De l'eau pour demain

Pour une utilisation durable de l'eau au 21e siècle

De l'eau pour demain

Pour une utilisation durable de l'eau au 21e siècle

Rapport 40 du Conseil des sciences du Canada

Juin 1988

89-05394/

Pour se procurer gratuitement des exemplaires de :

De l'eau pour demain
Pour une utilisation durable de l'eau au 21e siècle

prière de s'adresser au

Service des publications
Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
Ottawa (Ontario) K1P 5M1

This paper is also available in English at the above address.

© Ministre des Approvisionnements et Services, 1988

Nº de catalogue : SS22-1988/40F
ISBN 0-662-94920-X

Juin 1988

L'honorable Frank Oberle, P.C., député
Ministre d'État (Sciences et Technologie)
Chambre des communes
Ottawa (Ontario)

Monsieur le Ministre,

Conformément à l'article 13 de la Loi sur le Conseil des sciences du Canada, je suis heureux de vous présenter le rapport nº 40 du Conseil, *De l'eau pour demain – Pour une utilisation durable de l'eau au 21e siècle.*

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de mes sentiments les plus distingués.

La présidente
du Conseil des sciences du Canada,

Geraldine A. Kenney-Wallace

Table des matières

Avant-propos 7

L'eau : les grandes questions 9
- Une exploitation durable 10
- Il faut agir dès maintenant 11
- Le rôle des sciences 16
- La recherche 17
- Le cadre institutionnel de la recherche 18
- Nous y avons tout intérêt 19
- Les retombées de l'activité scientifique 21

Un programme national de l'eau 23
- Leadership scientifique et réforme institutionnelle 24
- Structure organisationnelle 26
- Renforcer l'expérience des chercheurs 28
- Faire participer les groupes d'intérêts 29
- Un égoïsme éclairé 30
- Les sciences appliquées 31

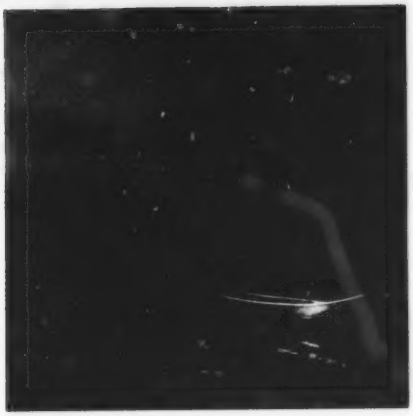
Conclusions et résumé des recommandations 32

Notes 34

Notes des encadrés 36

Comité de l'étude sur les ressources en eau 38

Membres du Conseil des sciences du Canada 39



Alors qu'autrefois l'eau dictait les modes d'exploration et de colonisation, aujourd'hui, elle confère aux paysages une beauté et un attrait particuliers. Présente partout au pays, elle marque de sa puissante empreinte l'identité canadienne. Elle est un objet de fierté pour les Canadiens.

Avant-propos

L'eau a joué un rôle vital dans le passé du Canada; le rôle qu'elle jouera dans l'avenir est tout aussi vital. Alors qu'autrefois l'eau dictait les modes d'exploration et de colonisation, aujourd'hui, elle confère aux paysages une beauté et un attrait particuliers. Présente partout au pays, elle marque de sa puissante empreinte l'identité canadienne. Aussi les Canadiens en font-ils un objet de fierté; aussi s'inquiètent-ils devant l'effet incertain des tendances actuelles et devant l'évolution de la situation : les changements climatiques, la hausse du niveau des océans, l'usage abusif croissant des ressources en eau et la possibilité d'exportation de l'eau ne mettent-ils pas en doute la disponibilité future de l'eau? Ces faits nous rappellent avec force que nous ne « possédons » pas nos ressources en eau, mais que nous n'avons sur elles que des droits restreints de régie. Notre situation actuelle dans le domaine de l'eau nous renvoie l'image de tous les bienfaits aussi bien que de tous les méfaits de notre civilisation. Néanmoins, la technologie peut effectivement influencer cette situation de plus d'une façon. Il est essentiel que le développement et l'application des sciences et de la technologie soient mis au service de cette importante ressource qu'est l'eau pour en assurer une gestion rationnelle de façon à répondre aux besoins nationaux.

En entreprenant une nouvelle étude sur l'eau en 1986, le Conseil des sciences reconnaissait qu'il était temps de faire le point sur les grandes questions liées à la gestion de l'utilisation de l'eau, et, dans le sillage des travaux réalisés en 1960*, d'établir un programme d'action pour la gestion de l'utilisation de l'eau au 21e siècle. Trois objectifs précis ont été fixés : cerner les aspects critiques du problème des ressources hydriques; susciter le débat au sujet du rôle des sciences et de la technologie dans la gestion de l'utilisation des ressources en eau du Canada; et formuler les recommandations d'ordre politique nécessaires pour satisfaire aux besoins de recherche et de gestion des 20 à 30 prochaines années.

Dans le cadre de cette étude, le Conseil a tenu un atelier avec des participants de toutes les régions du Canada dans le but de cerner les nouveaux besoins de recherche, ainsi que six ateliers régionaux qui ont permis d'examiner les grandes questions identifiées par le Conseil et qui ont contribué à l'élaboration de politiques en vue de tenter de répondre à ces questions. Le Conseil a aussi commandé plusieurs études sur des sujets allant de la conservation des ressources jusqu'au transport à distance des polluants atmosphériques, en passant par la gestion de la demande. Les employés affectés au projet ont consulté des spécialistes de l'eau du gouvernement, du secteur privé et des universités, ainsi que des gestionnaires du domaine de l'eau, des responsables de l'élaboration de politiques et d'autres experts dans le but d'obtenir leurs points de vue au sujet de l'avenir des sciences de l'eau. Des discours et des articles dans des revues tenaient le public informé de l'avancement de l'étude. Le Conseil a écouté les points de vue de tous les intéressés et a encouragé le débat au sein de la collectivité des spécialistes de l'eau.

Le présent rapport souligne la nécessité de comprendre à fond les liens qui existent entre l'environnement et le développement économique. Il fait valoir que les Canadiens doivent adopter l'objectif de l'utilisation durable de l'eau et montre comment le Canada peut mettre les sciences et la technologie au service de cet objectif. Un leadership national s'impose, mais il ne peut suffire à lui seul à garantir la réussite. Il faudra aussi de la détermination et de la persévérance : pour cela, tous les secteurs de la société doivent avoir le sentiment de viser un but national commun.

Robert O. Fournier
Président
Comité des ressources en eau

*En 1968, le Conseil des sciences a publié le rapport 3, *Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada*, et l'étude de documentation 5, *La recherche dans le domaine de l'eau au Canada*, de J.P. Bruce et D.E.L. Maasland. Ces documents ont contribué jusqu'ici à orienter la recherche fédérale dans le domaine de l'eau. En 1985, le Conseil des sciences a participé à l'Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux et a coparrainé un document de recherche, *Water Resources Research in Canada : Issues and Opportunities*, de B. Mitchell et E. McBean. Les résultats de ces travaux ont été incorporés dans le rapport final de l'Enquête.

L'eau est le principe vital de l'environnement. Sans eau, toute forme de vie végétale ou animale périrait. C'est le long des cours d'eau et au bord de la mer et des lacs que se trouvent les formes de vie les plus riches et les plus diversifiées. L'eau joue un rôle tout particulier dans l'économie et la culture traditionnelles des autochtones. Elle est au coeur même de l'idée que tous les Canadiens ont du Canada.

L'eau est, par ailleurs, une denrée, une ressource renouvelable. Notre économie tout entière dépend de la disponibilité de réserves hydriques suffisantes et utilisables. L'eau sert aux transports, à la production d'électricité, à l'élimination des déchets, aux loisirs, à l'agriculture et à la pêche, et est essentielle aux secteurs de la manufacture et des services. Fort heureusement, il est possible d'utiliser l'eau sans jamais l'épuiser. Mais l'eau est aussi un élément crucial d'un écosystème complexe. Ses disponibilités maximales durables sont dictées par l'effet de son exploitation sur ce système.

Les signes de surexploitation et de perturbation conséquente de l'écosystème ne sont que trop évidents[1]. La pollution causée par l'activité humaine a détruit la vie aquatique, a freiné la capacité de reproduction des mammifères et des oiseaux et met en danger la santé de l'homme. L'emploi immodéré de nos ressources en eau se traduit par une dégradation extensive des sols, perturbe les sources d'eau potable et cause de lourdes pertes à l'économie. Les polluants qui se déplacent dans les cours d'eau, dans la mer et dans l'atmosphère menacent tous les écosystèmes de notre globe.

Faits sur l'eau : profil national

Le Canada a 20 pour cent de toutes les eaux douces du globe, mais n'a que 9 pour cent de l'eau douce renouvelable ; le reste est constitué par « l'eau fossile », c'est-à-dire l'eau de fonte des glaciers du pléistocène.

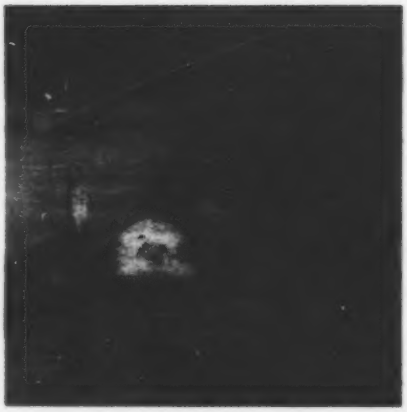
- Environ 7,6 pour cent de la superficie du Canada est recouverte d'eau douce. Les cours d'eau et les lacs de notre pays contiennent assez d'eau pour couvrir le pays tout entier sous plus de deux mètres d'eau.
- La pêche sportive a donné lieu à des dépenses et des investissements de 1 761 millions de dollars en 1980. Sur ce total, 300 millions de dollars ont été dépensés par des pêcheurs étrangers.
- On estime que la contribution mesurable de l'eau à l'économie canadienne se chiffre entre 7,5 milliards et 23 milliards de dollars par an.
- Quatre-vingt-dix pour cent environ des Canadiens vivent à moins de 150 milles de la frontière avec les États-Unis, mais 60 pour cent de l'eau de tous nos cours d'eau coule vers le Nord.
- En 1984, 2 164 seulement des 3 250 localités du Canada possédaient un réseau d'égouts. Sur ce nombre, il n'y en avait que 1 442 (soit 44 pour cent) à être desservies par une forme quelconque d'épuration des eaux d'égout.
- Environ 57 pour cent des Canadiens (données de 1980-1981) sont desservis par des stations d'épuration des eaux usées, contre 74 pour cent des Américains, 86,5 pour cent des Allemands et 99 pour cent des Suédois.

Une exploitation durable

Continuer sur notre lancée, c'est mettre en péril l'intégrité même de l'écosystème global et, par voie de conséquence, notre bien-être économique. C'est un danger contre lequel la Commission Macdonald nous a mis en garde dans son rapport[2]. Plus récemment, la Commission Brundtland[3] a déclaré carrément que notre planète ne saurait résister aux effets destructifs des pratiques industrielles actuelles quand sa population aurait doublé dans les 35 prochaines années. À titre de solution, la Commission préconise une nouvelle ère de croissance économique fondée sur des politiques visant à préserver et à accroître les ressources environnementales. Essentielle à la réduction de la pauvreté dans le monde, cette croissance exige cependant de nouvelles politiques qui puissent concilier les intérêts écologiques et économiques et s'attaquer aux sources mêmes des problèmes plutôt qu'aux symptômes.

L'exploitation durable est une cause à laquelle les Canadiens se sont ralliés sans hésiter. L'automne dernier, une coalition de ministres canadiens de l'environnement, de chefs d'entreprise et d'écologistes ont accepté les principales conclusions et recommandations du rapport Brundtland et ont exhorté les premiers ministres fédéral et provinciaux à changer en profondeur la façon dont le pays dirige l'économie[4]. La *Politique fédérale relative aux eaux*, elle aussi publiée à l'automne 1987, adopte pour objectif global la nécessité d'encourager l'utilisation rationnelle et équitable de l'eau douce de manière à satisfaire les besoins sociaux, économiques et environnementaux des générations actuelles et futures[5].

La santé de nos cours d'eau étant le baromètre de notre environnement, une politique de l'eau doit se présenter sous la forme d'une carte routière de l'avenir, où sont indiqués les buts, les objectifs et les directions souhaitables d'un point de vue environnemental et social. Il nous faut cerner l'important et orienter en conséquence nos politiques scientifiques et technologiques de l'eau. Nous dérober à ce devoir, c'est compromettre l'avenir de nos enfants; le remplir, c'est leur garantir un environnement sain et une économie prospère.



L'eau est le principe vital de l'environnement. Sans eau, toute forme de vie végétale ou animale périrait.

Il faut agir dès maintenant

Les pénuries d'eau et la pollution menacent non seulement la qualité de la vie humaine, mais aussi l'existence des poissons et d'autres espèces aquatiques, et celle des oiseaux, des mammifères et des plantes. L'évolution de la composition des espèces compte parmi les indicateurs les plus sensibles des agressions auxquelles est soumis le milieu aquatique. Ces dernières années, la pollution causée par l'exploitation agricole, forestière et minière, par l'industrie manufacturière et d'autres activités humaines a gravement perturbé la composition des espèces et accéléré considérablement leur taux d'extinction. À titre d'exemple, on estime que les milieux aquatiques de certaines régions du nord-est de l'Amérique du Nord auraient perdu jusqu'à 20 pour cent de leurs espèces suite à l'acidification causée par le transport à distance des polluants atmosphériques[6]. Il est ironique qu'au moment même où nous adoptons pour objectif l'exploitation durable, nous risquons d'avoir déjà modifié un grand nombre d'écosystèmes à un tel point que cet objectif sera difficile à réaliser.

Les Canadiens ont déjà compris la nécessité d'intervenir immédiatement pour préserver la santé de leurs réseaux hydriques. Les pénuries d'eau douce et la pollution menacent la qualité de la vie d'un grand nombre de Canadiens, et la qualité de l'eau de consommation pose des problèmes dans plusieurs régions du pays. Dans le sud des Prairies et dans l'intérieur de la Colombie-Britannique, la demande d'eau se rapproche déjà de la limite des disponibilités, et les pénuries deviennent de plus en plus fréquentes en année de sécheresse[7]. Les collectivités nordiques et autochtones sont particulièrement vulnérables. Par ailleurs, une pénurie saisonnière d'eau peut avoir de graves répercussions dans presque n'importe quelle région du pays. Pendant l'été de 1987, par exemple, faute d'approvisionnements en eau suffisants, les habitants de certaines régions de Terre-Neuve ont dû faire bouillir leur eau pour la rendre potable, d'autres ont dû parcourir de grandes distances pour s'approvisionner en eau, des usines ont été obligées de fermer leurs portes et des bâtiments ont été la proie des flammes[8].

Les problèmes d'eau qui se posent aux Canadiens sont plus souvent causés par la pollution que par toute pénurie absolue.

Les collectivités autochtones

Dans certaines régions du Canada, les normes s'appliquant aux réseaux d'eau et d'égouts des réserves des autochtones sont bien inférieures à celles d'un grand nombre de pays en développement.

- Le Canada compte un total estimatif de 330 000 Indiens; environ 70 pour cent d'entre eux, soit plus de 220 000, vivaient sur des réserves en 1984.
- La majorité des réserves indiennes du nord de l'Alberta n'ont pas de réseaux d'eau et d'égouts satisfaisant. En Saskatchewan et au Manitoba, où les Indiens représentent entre 4 et 5 pour cent de la population, moins de 15 pour cent des maisons sur les réserves avaient l'eau courante en 1977 et moins de 10 pour cent des maisons avaient un système d'égout ou une fosse septique.
- Dans l'ensemble du Canada, la moitié seulement des maisons sur les réserves indiennes ont l'eau courante; plus de 100 000 Indiens du Canada vivent dans des maisons sans eau courante.

L'épuration des eaux usées en est un parfait exemple. Cinquante-sept pour cent de la population est desservie par des stations d'épuration. Une autre fraction de 28 pour cent est desservie par des réseaux d'égouts qui se déversent dans un cours d'eau, un lac ou l'océan sans épuration des eaux usées. En Ontario et plus à l'ouest, presque toutes les eaux usées sont épurées. Mais au Québec, malgré un programme visant à assurer au moins l'épuration primaire de toutes les eaux usées municipales d'ici à 1990, et dans certaines parties des provinces de l'Atlantique, seul un faible pourcentage des eaux d'égout est épuré[9]. Même quand les eaux usées sont traitées, les boues rejetées contiennent des polluants qui créent des problèmes.

Il est bien plus difficile de combattre et d'éliminer le grave problème de la pollution diffuse et notamment l'infiltration, dans les eaux souterraines et de surface, des polluants provenant de l'exploitation agricole ou forestière, des ordures municipales, des transports, des chantiers de construction et des décharges sanitaires. L'érosion du sol des terres agricoles est la principale cause de pollution diffuse[10]. Ce problème existe partout au Canada. En Saskatchewan, on a enregistré des pertes annuelles de sol qui atteignent par endroits 5,6 tonnes à l'hectare. Au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard, il n'est pas rare de perdre jusqu'à 20 tonnes à l'hectare par an[11]. Les matériaux d'érosion contiennent des engrais et des pesticides, créent une intense sédimentation de nos cours d'eau et, en raison de leur forte demande d'oxygène, y menacent la vie aquatique.

La qualité de l'eau est également menacée par le transport à distance des polluants atmosphériques. Les polluants dont semble se préoccuper le plus le public sont les oxydes de soufre et d'azote rejetés par les fonderies et les centrales thermiques au charbon, les gaz d'échappement des véhicules, ainsi que les produits de la combustion industrielle, commerciale et résidentielle de combustibles. Toutefois, les pluies acides ne sont pas la seule forme de pollution atmosphérique. Les milieux aquatiques sont menacés également par d'autres matières organiques toxiques, par les pesticides et par les métaux lourds. Des résidus radioactifs attribués à l'accident

Les eaux souterraines

La santé d'un million de Canadiens ou plus risque d'être compromise par la consommation d'eau de puits polluée. Malgré cela, on n'a pas vraiment une très bonne idée de l'ampleur de l'utilisation des eaux souterraines ni de la gravité de leur contamination.

- Vingt-six pour cent des Canadiens (6,2 millions) dépendent des eaux souterraines pour leurs besoins ménagers, soit 10 pour cent de plus qu'en 1960.
- Quatre-vingt-deux pour cent des Canadiens vivant en zone rurale (4 millions environ) dépendent des eaux souterraines pour leurs besoins ménagers.
- Trente-huit pour cent de toutes les municipalités du Canada dépendent partiellement ou totalement des eaux souterraines.
- Le nombre de puits enregistrés au Canada totalise quelque 900 000. On estime que le vrai total pourrait atteindre 2 millions.
- Les eaux souterraines fournissent la quasi-totalité de l'eau utilisée pour l'élevage du bétail au Canada.
- Les herbicides organiques épandus le long des lignes de transmission ont contaminé des puits forés dans la roche-mère au Québec.
- Il est souvent impossible de rendre de nouveau potables les eaux souterraines qui ont été polluées.
- À un instant donné, les eaux souterraines représentent environ 37 fois le stock hydrique total des rivières et des lacs.
- Les eaux souterraines se déplacent dans le sol à un rythme qui peut ne pas dépasser 10 centimètres par jour, et peuvent ne parcourir qu'un à deux kilomètres par an. Cela veut dire qu'elles peuvent rester dans le sol pendant des milliers d'années entre le moment où elles y pénètrent et celui où elles en sortent.

nucléaire de Tchernobyl en 1986 ont été découverts dans des lichens de l'Arctique canadien, et des polluants industriels provenant de l'Asie, de l'Europe et du sud des États-Unis ont été décelés dans des régions autrefois non polluées comme les lacs de l'Arctique et les sources de cours d'eau des Rocheuses[12].

Toutes ces formes de pollution entraînent la contamination des eaux souterraines, où plus du quart de tous les Canadiens puisent leur eau. Le plus grand danger et le plus difficile à contrer est probablement la pollution d'origine agricole. On ne sait pas vraiment à quel point les eaux souterraines ont été contaminées au Canada, et aucune prédiction de la contamination future n'a été faite à l'échelon provincial ou national. L'épuration des eaux souterraines déjà polluées, même quand elle est possible, est une tâche difficile, lente et coûteuse. Bien souvent, on ne se rend compte du problème que quand la contamination altère le goût ou l'odeur de l'eau ou a des effets immédiats sur la santé[13].

Bien que la plupart des Canadiens aient accès à une eau potable saine et soient desservis par une forme quelconque d'épuration des eaux usées, il y a peu de Canadiens à ne pas avoir été touchés directement par la pollution croissante de l'eau ou à ne pas avoir remarqué ses effets les plus visibles.

- Certains estiment que 600 000 lacs sont menacés par les pluies acides et que 100 000 lacs ont déjà été pollués[14]. Toutes les provinces ont des raisons de s'alarmer, mais c'est surtout en Ontario, au Québec et dans certaines régions des provinces de l'Atlantique que les lacs et les cours d'eau sont le plus touchés. Les pluies acides ont fait disparaître le poisson dans des centaines de lacs ontariens. En Nouvelle-Écosse, le saumon ne remonte plus certaines rivières et a presque disparu dans d'autres. Les pluies acides menacent aussi le gibier d'eau et les amphibiens en tuant les insectes et les plantes et animaux aquatiques essentiels à la chaîne alimentaire. De plus, les eaux souterraines peu profondes ont récemment donné des signes d'acidification[15].
- Entre 1968 et 1972, la décharge de résidus d'hydrocarbures usés, provenant surtout des industries chimiques et pétrochimiques, a pollué les eaux souterraines

Les Grands Lacs : un écosystème perturbé

Avec une superficie totale de quelque 246 050 kilomètres carrés, les Grands Lacs constituent le plus grand réseau d'eau douce au monde. Ces lacs fournissent de l'eau potable à un tiers des Canadiens.

- Plus de 40 millions de personnes vivent dans le bassin des Grands Lacs. On y trouve les trois quarts de l'activité industrielle du Canada, près des deux tiers de la population et près de la moitié de la production agricole du Canada en valeur monétaire. Diverses activités humaines dans ce bassin ont nui à la qualité de l'eau et aux formes de vie aquatiques.
- Plus de 350 composés chimiques ont été décelés dans l'écosystème des Grands Lacs, dont un certain nombre de produits toxiques et persistants, notamment :

Benzo(a)pyrène
Biphényles polychlorés
DDT et métabolites
Dieldrine
Hexachlorobenzène
Mercure
Mirex
Plomb alkylé
Tétrachlorodibenzofuranne-2,3,7,8
Tétrachlorodibenzoparadioxine-2,3,7,8
Toxaphène

- À la fin du 18e siècle, les terres humides sur le côté canadien du lac Ontario occupaient quelque 4 500 hectares. Aujourd'hui, il n'en reste qu'un peu plus de 2 500 hectares.
- Bien que les prises commerciales du secteur canadien des pêches dans les Grands Lacs aient doublé entre 1891 et 1980, la part constituée par les espèces les plus recherchées et à forte valeur marchande est passée de 50 pour cent à environ 3 pour cent des prises totales.
- Sept des 10 espèces de poisson les plus prisées du lac Ontario ont presque complètement disparu aujourd'hui.

Toutefois, toutes les tendances ne sont pas négatives :

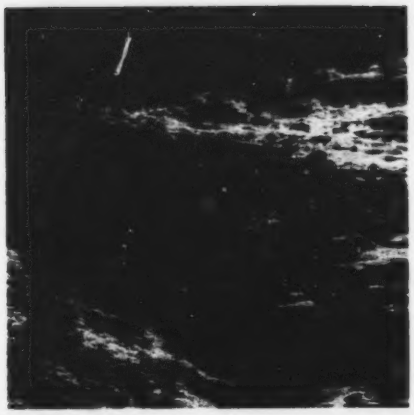
- Dans les Grands Lacs et dans le Saint-Laurent, en aval jusqu'à Cornwall, les charges de phosphore sont passées de 32 562 tonnes par an en 1976 à 28 786 tonnes par an en 1982, ce qui représente une réduction de plus de 11 pour cent.
- Les concentrations de DDT dans le touladi ont diminué dans les lacs Supérieur, Michigan, Érié et Ontario.
- Les oeufs de goéland argenté indiquent une baisse importante d'une vaste gamme de contaminants entre 1974 et 1986.

entre les villes de Mercier et de Sainte-Martine au Québec, ce qui a obligé plusieurs milliers de résidents à abandonner leurs puits pour utiliser l'eau amenée d'une autre région par canalisation. Le plus grave, c'est que les résidents ont compromis leur santé en buvant l'eau contaminée avant qu'on ne découvre la pollution. En 1986, le coût direct de la contamination s'élevait à quelque 10 millions de dollars, mais, même si l'on devait dépenser plusieurs millions de dollars de plus, rien ne saurait garantir que la nappe aquifère pourra de nouveau fournir de l'eau potable[16].

- La Commission mixte internationale a confirmé la présence de plus de 360 produits chimiques dans les eaux des Grands Lacs[17]. Un bon nombre de ces produits peuvent être nocifs à l'homme. Leur présence dans le poisson a incité l'Ontario à publier des lignes directrices sur la consommation de poisson. Des tumeurs et des lésions ont été constatées sur diverses espèces de poisson, entre autres la barbotte et le saumon, et la capacité de reproduction de ces poissons a été mise en doute. Des oiseaux piscivores comme le goéland argenté et l'aigle à tête blanche ont été touchés et, par endroits, leur population a chuté dans la région des Grands Lacs. Le déclin des populations de vison dans certaines régions a été attribué à la présence de polluants dans le poisson qui leur sert d'aliment. On a également trouvé des liens entre le récent bond du taux de mortalité des belougas et la consommation de poissons contaminés par des sédiments pollués dans le réseau hydrographique des Grands Lacs et du Saint-Laurent[18].

Ces problèmes sont immédiats et réels. À plus long terme, personne ne sait vraiment les pressions que des changements climatiques pourraient exercer sur les ressources hydriques. Selon les projections concernant l'effet de serre, il y aurait, entre autres, une hausse des précipitations dans l'Arctique et dans le sud-est du Canada et aucun changement ou peut-être même une baisse des précipitations dans presque tout le reste du pays. La répartition saisonnière des précipitations changerait : les précipitations hivernales devraient augmenter de beaucoup dans l'ouest, mais ne pas changer ou même diminuer dans l'est. Les étés seraient plus secs et les périodes de sécheresse plus fréquentes, sauf dans l'Arctique et dans la région du Saint-Laurent-côte de l'Atlantique. Une hausse des précipitations d'hiver aggraverait l'érosion des sols et les problèmes de drainage. L'irrigation pourrait connaître une certaine expansion dans le sud de l'Ontario et du Québec, et la demande d'eau d'irrigation pourrait augmenter et s'intensifier dans l'Ouest. Par ailleurs, l'ajustement des approvisionnements à la demande pourrait devenir difficile, à mesure que l'urbanisation et l'activité économique gagneront de nouvelles régions et que les collectivités dépériront ou prendront de l'expansion[19].

L'avenir est incertain. Ce qui ne fait aucun doute, c'est que l'eau, déjà l'une des grandes priorités du public, doit passer au premier rang des dossiers politiques. À mesure qu'évolueront et les disponibilités en eau et la demande, les conflits s'intensifieront entre les divers utilisateurs. On se rendra compte que la disponibilité et la qualité de l'eau déterminent en grande partie la santé de l'économie et de l'environnement, et que l'absence d'eau de qualité constitue un danger pressant pour la sécurité et le bien-être de notre pays. La recherche scientifique vise le long terme et exige des engagements. Si l'on veut éviter d'avoir à réagir en période de crise et faire appel aux sciences et à la technologie pour prévoir et prévenir les problèmes, il faut formuler dès maintenant les politiques nécessaires sur les sciences de l'eau.



Les problèmes d'eau qui se posent aux Canadiens sont plus souvent causés par la pollution que par toute pénurie absolue.

Faits sur l'eau : profils régionaux

Le Canada dans son ensemble a plus que sa part d'eau douce. Malheureusement, cette eau n'est pas toujours où on en a besoin quand on en a besoin.

Colombie-Britannique

- La Colombie-Britannique a le plus grand débit d'eau de toutes les provinces. La moitié de cette eau provient du sixième de la superficie de la province qu'occupent les chaînes côtières et l'île de Vancouver.
- Malgré des pénuries locales, la province a 1 600 fois plus d'eau qu'elle n'en consomme.
- 100 000 hectares de terres sont irriguées en Colombie-Britannique.

Provinces des Prairies

- Bien qu'elle n'ait que 2 pour cent de toute l'eau du Canada, la province de l'Alberta en consomme plus de 50 pour cent pendant les années sèches.
- Plus de la moitié des terres irriguées du Canada et la plupart des projets de récupération secondaire du pétrole et du gaz, qui utilisent beaucoup d'eau, se trouvent en Alberta.
- Plus de 50 pour cent des habitants de la Saskatchewan dépendent de puits pour satisfaire leurs besoins en eau ménagère.

Québec

- Les stations d'épuration des eaux d'égout de la province ne desservent que 19,5 pour cent des Québécois, alors que la moyenne nationale est de 66 pour cent (données de 1986). Depuis la fin des années 1970, le Québec poursuit un programme qui vise à faire subir au moins une épuration primaire à tous les effluents d'ici à 1990.
- Dans la région de la baie James, les poissons contiennent des niveaux de mercure plus élevés que partout ailleurs au monde.
- Des produits chimiques toxiques provenant de points situés le long des rivières Saint-Clair et Niagara ont été décelés dans l'eau, dans les sédiments et dans le poisson du Saint-Laurent jusqu'à Québec.

Provinces de l'Atlantique

- Depuis 1979, 500 puits du Nouveau-Brunswick ont été contaminés par des fuites de cuves de pétrole.
- Toute la population de l'Île-du-Prince-Édouard tire son eau ménagère de puits.
- Il n'y a que 12,7 pour cent de la population de Terre-Neuve à être desservie par des stations d'épuration. La moyenne nationale est de 66 pour cent (données de 1986).

Ontario

- Près de 25 pour cent des Ontariens tirent leur eau ménagère de puits.
- Rien que dans le nord de l'Ontario, le manque à gagner du secteur du tourisme attribuable aux pluies acides pourrait s'élever à 230 millions de dollars par an.
- En août 1987, la baignade a été jugée dangereuse sur toutes les plages de Toronto en raison des risques que la pollution posait à la santé.

Le Nord

- Bien qu'il y ait moins d'un Canadien sur 200 à vivre dans le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest, ces régions renferment 30 pour cent de toutes les eaux douces du Canada.
- Les glaciers canadiens contiennent plus d'eau que les Grands Lacs.
- Le Nord est un désert arctique où les précipitations sont faibles, de sorte qu'un grand nombre de localités ont des difficultés à se procurer des approvisionnements fiables d'eau de consommation saine. Certaines localités isolent ou chauffent les canalisations d'eau et d'égout et tirent leur eau de lacs et de cours d'eau au-dessous du niveau de gel.

Le rôle des sciences

Toutes les grandes menaces écologiques qui pèsent sur notre planète influencent directement ou indirectement la disponibilité ou les besoins d'eau douce : la dégradation de l'eau, du sol, de l'atmosphère et des forêts constitue un processus en chaîne qui touche tous les continents. Leurs incidences aux chapitres de la faim, de la surpopulation, de l'érosion, des changements climatiques et de la diversité des espèces sont autant de grands thèmes que doivent explorer nos spécialistes de l'eau[20]. Pour nous attaquer à ces problèmes, il nous faut des politiques à long terme, détaillées et étroitement reliées entre elles. De plus, ces politiques doivent être basées sur les sciences.

Conscient de la nécessité de bénéficier d'une science des eaux, le Canada s'est déjà doté de compétences de renommée mondiale en hydrologie et dans le domaine des applications techniques de la gestion de l'eau et de sa mise en valeur (irrigation et dérivations, par exemple), ainsi que dans le traitement des polluants classiques[21]. Les recherches antérieures nous ont aidé à résoudre un grand nombre de problèmes dans ces secteurs. Nous avons, par exemple, perfectionné nos moyens de lutte contre la pollution classique des eaux, notamment contre la contamination causée par les bactéries, les hydrocarbures, les phénols et les surcharges d'éléments nutritifs provenant de sources traditionnelles comme les canalisations d'égout. Par ailleurs, les scientifiques et les ingénieurs savent assez bien comment prédire la fréquence des grandes sécheresses et des grandes crues et comment calculer les niveaux d'eau pour optimiser la conception et l'exploitation des barrages et des autres ouvrages de régulation des cours d'eau et des lacs. Les Canadiens brillent dans l'aménagement des bassins hydrographiques à des fins multiples. Ils ont également des compétences dans les aspects économiques et sociaux des problèmes de l'eau, comme la tarification et la répartition de l'eau.

Néanmoins, ces questions exigent de toute urgence des recherches complémentaires. Il reste encore de profondes lacunes dans notre compréhension des grandes questions techniques. À titre d'exemple, nous sommes loin de tout savoir sur la pollution de la couverture de neige et sur ses effets pendant le dégel printanier. Un complément de savoir pourrait nous mener à d'autres perfectionnements et nous permettrait de réduire de plusieurs millions de dollars les coûts de la pollution et de ses effets nocifs sur la population. En plus de ces nouvelles connaissances, nous avons besoin d'un plus grand nombre de spécialistes ayant suffisamment d'imagination pour prédire et prévenir la pollution classique de l'eau. Pour guider ces spécialistes, nous aurons besoin de meilleures banques de données d'observation. Toutefois, la poursuite des travaux sur la qualité de l'eau, l'hydrologie et les aspects socio-économiques de la gestion de l'eau ne devrait plus être la principale cible de la recherche au Canada. Il nous faut maintenant fixer de nouvelles priorités pour la recherche en hydrologie et dans les autres domaines liés à l'eau.

La réduction, ne serait-ce que de 5 pour cent, des quantités d'eau douce qui se jettent dans l'Arctique entraînerait un réchauffement de la zone arctique et déclencherait des changements climatiques sur une grande étendue, peut-être même à l'échelle mondiale.

Le milieu estuarien

Les eaux douces qui se jettent dans la mer ne sont pas gaspillées.

- Le ruissellement des eaux douces dans les eaux de l'Arctique contribue à maintenir la faible salinité de la couche supérieure. Cette couche sert en quelque sorte de couvercle en empêchant les eaux plus profondes et plus chaudes d'atteindre la surface, où elles entraîneraient une augmentation de la circulation de chaleur et d'humidité dans l'atmosphère, ce qui perturberait le climat à l'échelle globale.
- La réduction, ne serait-ce que de 5 pour cent, des quantités d'eau douce qui se jettent dans l'Arctique entraînerait un réchauffement de la zone arctique et déclencherait des changements climatiques sur une grande étendue, peut-être même à l'échelle mondiale.
- Une réduction, même mineure, du ruissellement des eaux douces risque de modifier les courants océaniques dans l'Arctique, ainsi que le cycle de formation et de débâcle de la glace de mer.
- L'écoulement des eaux douces dans les océans a une grande influence sur les populations de poisson. Les barrages et ouvrages de dérivation ont réduit l'écoulement des eaux douces dans le Saint-Laurent, ce qui a provoqué une diminution des prises de homard le long du Golfe.
- En Union soviétique, la construction de grands barrages et réservoirs a entraîné une chute importante de la pêche dans la mer Noire. Le niveau de la mer Caspienne a baissé et la pêche est menacée par une augmentation de la salinité et une modification des modes d'écoulement.
- Moins de 3 pour cent de l'eau de notre planète est douce, et la majeure partie de cette eau est inaccessible. L'eau qui se trouve dans les lacs, les cours d'eau, le sol et l'atmosphère ne représente qu'un peu plus de 0,01 pour cent de toute l'eau du globe.

La recherche

Au nombre des problèmes les plus manifestes et les plus graves[22] qui se posent aux Canadiens et que la recherche n'a pas encore permis de résoudre, citons les suivants :

1. Le transfert atmosphère-eau des produits acides et toxiques ; les effets de ces produits sur les milieux aquatiques et sur les diverses utilisations de l'eau ; et la volatilisation des produits toxiques des lacs et cours d'eau dans l'atmosphère et leur dispersion subséquente.
2. L'évolution des disponibilités en eau, qui sera probablement provoquée par le réchauffement climatique entraîné par la pollution atmosphérique, et les options qui s'offrent pour s'adapter à ces changements ou y réagir.
3. La contamination des eaux souterraines par les produits chimiques toxiques provenant des décharges publiques et des entrepôts et dépôts souterrains ; les sources diffuses d'agents chimiques utilisés pour l'exploitation agricole et forestière ; le comportement de ces produits chimiques et leurs effets sur les approvisionnements et les utilisations de l'eau ; et la recherche de dépôts souterrains « sans danger » pour la décharge des déchets toxiques et radioactifs.
4. Le calcul de la valeur économique et sociale future de l'eau près de son lieu d'origine et dans les cours d'eau, et la nécessité d'en tenir compte dans l'évaluation des projets de prélèvement ou de dérivation.
5. Les effets, sur les écosystèmes aquatiques, de l'accroissement des rayons ultraviolets causé par l'appauvrissement de la couche d'ozone.
6. Les rapports qui existent entre l'eau douce et le milieu marin.
7. Les mécanismes à mettre en oeuvre pour résoudre les conflits qui opposent les divers utilisateurs de l'eau.
8. Les effets écologiques des dérivations, que ce soit d'un bassin versant à un autre ou d'un bassin océanographique à un autre.
9. Le devenir et les effets des faibles quantités de produits chimiques toxiques déchargés dans l'environnement.

Toutes ces questions ont deux caractéristiques en commun : elles sont de portée internationale et elles exigent que les recherches sur l'eau, ainsi que la formulation et l'application d'une politique de l'eau, soient abordées dans une optique interdisciplinaire.

Notre planète ne saura résister aux effets destructifs des pratiques industrielles actuelles quand sa population aura doublé dans les 35 prochaines années.

Les pluies acides : portée et coûts

Les pluies acides constituent aujourd'hui un phénomène mondial. Le Canada est à la fois un délinquant et une victime innocente :

- Les industries et les automobiles de l'Amérique du Nord déchargent tous les ans 50 millions de tonnes de soufre et d'azote acides dans l'atmosphère.
- La fonderie d'INCO Ltd. à Copper Cliff (Ontario) est la plus grande source d'anhydride sulfureux au Canada : elle en décharge 866 000 tonnes par an. Réduire ces émissions de 58 pour cent coûterait à INCO entre 3 et 23 cents par livre de nickel (valeurs de 1980).
- Certaines régions de l'Est du Canada reçoivent tous les ans jusqu'à 45 kilogrammes d'acide à l'hectare.
- Quelque 14 000 lacs canadiens ne peuvent plus supporter aucune forme de vie. Si les dépôts acides ne sont pas réduits, on perdra entre 10 000 et 40 000 autres lacs.
- Vingt-quatre espèces d'oiseaux sont en danger dans l'est de l'Amérique du Nord en raison des effets des pluies acides sur la chaîne alimentaire.
- Dans certaines régions de l'Ontario et du Québec, le taux de croissance des épinettes, des pins et des sapins a baissé de plus de la moitié. Ce déclin impressionnant, causé en partie par les pluies acides, n'est pas de bon augure pour l'industrie forestière, qui emploie indirectement 1 Canadien sur 10.
- Il se peut que la moitié de la corrosion des automobiles au Canada soit attribuable aux pluies acides.
- Les pluies acides causent au moins pour 285 millions de dollars de dégâts par an aux matériaux de construction.

Le cadre institutionnel de la recherche

L'état des sciences de l'eau et l'organisation des recherches sur l'eau au Canada ont fait l'objet de nombreuses études et enquêtes[23]. Plusieurs de ces études se sont concentrées sur le rôle d'Environnement Canada. En effet, étant responsable de plus de la moitié de toutes les recherches sur l'eau, ce ministère est le chef de file fédéral dans ce secteur. Toutefois, de nombreux ministères et organismes fédéraux et provinciaux participent aux recherches sur l'eau ou en utilisent les résultats, tout comme le font les municipalités, l'entreprise privée, les organismes internationaux et le grand public. L'analyse est rendue plus complexe par la diversité même des participants.

Les ministères fédéraux comprennent Environnement, Pêches et Océans, Agriculture, Transports, Communications, Affaires extérieures, Santé et Bien-être social, Affaires indiennes et du Nord, et Énergie, Mines et Ressources. Environnement Canada administre le Centre canadien des eaux intérieures et l'Institut national de recherche sur les eaux, tous deux situés à Burlington, ainsi que l'Institut national de recherche en hydrologie, situé à Saskatoon. Pêches et Océans administre l'Institut des eaux douces de Winnipeg. Dans ce même ministère, le Service des pêches dans le Pacifique et en eaux douces poursuit un certain nombre d'activités ayant trait aux recherches sur l'eau. Les autres organismes fédéraux concernés comprennent la Commission mixte internationale et le Conseil national de recherches, ainsi que les principaux conseils subventionnaires, notamment le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie.

À l'échelon provincial, la responsabilité de la recherche sur l'eau incombe surtout aux ministères de l'environnement, des ressources naturelles et de l'agriculture. La plupart des universités poursuivent des recherches ayant trait à l'eau. Les principaux centres comprennent le *Westwater Research Centre* de l'Université de la Colombie-Britannique, l'INRS-Eau de l'Université du Québec (Sainte-Foy) et l'*Institute for Environmental Studies* de l'Université de Toronto.

Le gouvernement fédéral assure plus de 70 pour cent du financement des recherches sur l'eau et dépense lui-même 50 pour cent des fonds. Les provinces contribuent 16 pour cent du total, et le secteur privé 4 pour cent environ. Le reste provient des municipalités, des universités et d'autres groupes[24]. Le gros pourcentage du financement fourni par les autorités fédérales et l'importance des travaux du gouvernement dans le domaine font que la recherche sur l'eau a été particulièrement vulnérable aux compressions budgétaires de la fin des années 1980. En conséquence, la moyenne d'âge des chercheurs augmente et le moral baisse[25].

Les structures organisationnelles qui répondaient aux besoins d'hier ne sauraient satisfaire ceux de demain. En particulier, la plupart des nouvelles questions qui se posent exigent que les responsables puissent baser leurs décisions sur le résultat des recherches poursuivies dans un grand nombre de disciplines. Elles exigent également un engagement à long terme à l'égard de la recherche, le genre d'engagement qui ne saurait être tenu dans le contexte de pratiques de gestion qui visent à répondre de jour en jour aux besoins de la réglementation.

Les tentatives de réforme institutionnelle ont échoué. La création du Centre canadien des eaux intérieures (CCEI), en 1966, visait à encourager les travaux interdisciplinaires. Jusqu'en 1972, cette initiative porta ses fruits. Les chercheurs d'Énergie, Mines et Ressources, du Conseil de recherches sur les pêcheries et de Santé et Bien-être social s'attaquèrent ensemble au problème de la pollution des Grands Lacs. La signature, en 1972, de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs donna lieu à des recherches coordonnées sur la pollution des Grands Lacs, mais les réorganisations ministérielles ont eu tendance à faire obstacle à la coopération interministérielle. Cette situation n'incita guère les chercheurs des divers ministères et de diverses disciplines à oeuvrer ensemble, et les travaux de recherche du CCEI se fragmentèrent[26]. Des efforts visant spécifiquement à encourager la coopération ne connurent qu'un succès sporadique. Plus récemment (en 1987), le Laboratoire d'écologie marine de l'Institut océanographique de Bedford, centre de recherches interdisciplinaires de renommée mondiale, a été dissous. En conséquence de ces mesures, les sciences de l'eau au Canada se sont réfugiées dans la recherche dirigée, à court terme et cantonnée dans d'étroites limites disciplinaires, et n'ont plus autant qu'avant les moyens de prévoir et de prévenir les problèmes ou de répondre aux besoins stratégiques à long terme.

Nous y avons tout intérêt

Préserver la qualité de notre environnement est essentiellement une responsabilité nationale, mais l'ère des problèmes écologiques aigus, localisés et relativement simples est révolue. Nous vivons maintenant à une époque de problèmes chroniques, de portée globale et extrêmement complexes, où s'entrecroisent les questions de stabilité écologique et de développement économique. Tout comme l'eau ne s'arrête pas aux frontières, les polluants atmosphériques ne se déposent pas nécessairement dans leur région d'origine. Si le Canada désire protéger et améliorer ses propres ressources en eau, il doit participer davantage aux négociations bilatérales et multilatérales sur les normes écologiques et la lutte contre la pollution.

Le rôle international que joue le Canada dans le domaine de l'environnement revêt de nombreuses formes. Ce rôle est manifeste dans des réalisations comme l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs[27] et dans la participation de Canadiens à des projets comme le Programme climatologique mondial et le rapport Brundtland. Par ailleurs, un grand nombre de Canadiens ont mis leurs compétences techniques et de gestion au service d'autres pays par l'entremise de l'Agence canadienne de développement international (ACDI) et de nombreux autres organisations et organismes gouvernementaux et non gouvernementaux. Notre réputation internationale est renforcée par notre image de peuple soucieux de l'environnement (notamment en ce qui concerne l'eau), par les réalisations de plusieurs générations de bons spécialistes canadiens de l'eau et par le calibre de nos entreprises d'ingénieurs-conseils. Conscients des proportions globales d'un grand nombre des problèmes de l'eau, nous devons maintenant, pour satisfaire nos propres besoins, assumer de plus grandes responsabilités encore, en ouvrant la voie pour la résolution des graves problèmes de l'eau auxquels se heurtent presque toutes les régions du globe.

En théorie, les ressources hydriques du globe pourraient suffire aux besoins jusqu'en 2015. Toutefois, la demande d'eau et les disponibilités en eau ne sont pas réparties uniformément. Selon les projections actuelles, même des plans complets et bien intégrés de gestion de l'eau ne parviendront pas à satisfaire les besoins créés par la croissance démographique en Europe et en Asie du Sud et de l'Est. L'Afrique connaîtra, elle aussi, de graves problèmes d'eau. En outre, bien que l'épuration des eaux usées se fera probablement dans de plus grandes proportions qu'aujourd'hui, l'expansion de l'utilisation industrielle de l'eau risque d'accélérer la pollution des eaux douces du globe[28]. En plus de tout cela, il faut compter la menace que représente le déboisement. Entre 7,6 millions et 10 millions d'hectares de forêt tropicale disparaissent tous les ans; 10 autres millions d'hectares au moins sont fortement perturbés[29]. Ce déboisement provoque de graves problèmes d'érosion, perturbe des réseaux entiers de drainage et détruit un grand nombre de végétaux et d'animaux de notre planète. Il risque d'entraîner des changements climatiques globaux et menace à long terme la stabilité écologique du monde entier.

Le Canada joue déjà un rôle de premier plan dans des projets de développement se rapportant à l'eau. Les efforts du Canada dans le tiers monde sont inspirés par un mélange d'idéalisme, du sens des responsabilités et d'esprit pratique. À long terme du moins, le tiers monde constitue un énorme marché pour la technologie canadienne, et les chercheurs canadiens qui travaillent à l'étranger acquièrent une formation et une expérience fort précieuses. L'ACDI finance des programmes se rapportant à l'eau dans trois grands domaines : réseaux d'eau et d'égouts, énergie (hydroélectricité) et agriculture (irrigation). En 1986, la valeur des programmes bilatéraux dans le secteur de l'eau totalisait 60,5 millions de dollars, soit 3,2 pour cent du budget total de l'ACDI[30]. Toutefois, la part totale du budget de l'ACDI consacrée aux ressources hydriques est probablement de l'ordre de 10 pour cent.

L'aide financière fournie par l'ACDI pour des projets de développement dans le tiers monde est liée à la fourniture de biens et de services techniques canadiens et, en particulier, à la formation du personnel local. Toutefois, s'ils admettent qu'il faut accorder plus d'attention aux impératifs écologiques et aux considérations de portée globale sur lesquels toute bonne politique doit reposer, les Canadiens doivent aussi contribuer davantage à la résolution des problèmes de l'eau dans d'autres régions du globe. Les recherches canadiennes dans des domaines comme la pollution des Grands Lacs et du Saint-Laurent, la contamination des eaux souterraines, les déversements industriels, les pluies acides et l'épuration des eaux usées sont souvent plus compatibles avec les besoins d'autres pays développés qu'avec ceux du tiers monde. Néanmoins, la façon dont les Canadiens pourraient mettre à profit ces acquis à l'étranger est mal définie.

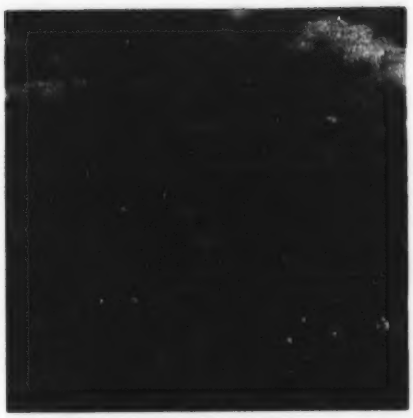
L'eau et la santé dans le tiers monde

Bien qu'un approvisionnement suffisant d'eau saine puisse être considéré un droit fondamental de la personne :

- Dans le monde entier, 1,3 milliard de personnes (26 pour cent de la population globale) n'ont pas d'eau de consommation saine et 1,7 milliard (34 pour cent) n'ont pas d'eau pour leurs besoins sanitaires.
- Quatre-vingt pour cent des populations rurales de 73 pays d'Afrique et d'Asie, dont la population est en majeure partie rurale, n'ont pas accès à une eau de consommation saine.
- Un quart de la population du globe n'a ni eau de consommation saine ni système d'évacuation des eaux usées. Les maladies transmises par l'eau tuent au moins 25 millions de personnes par an dans les pays en développement. Un approvisionnement insuffisant en eau contribue à la cécité due au trachome (500 millions de personnes touchées), à la schistosomiase (250 millions de personnes) et à l'éléphantiasis (250 millions de personnes).
- Les maladies diarrhéiques causées par l'eau impure frappent 500 millions de personnes tous les ans et sont la principale cause de décès des enfants de moins de 2 ans.

Toutefois, de grands progrès ont été réalisés :

- La proportion des populations rurales sans accès à une eau de consommation saine a diminué de 25 pour cent entre les années 1960 et les années 1980. (Par contre, du fait de l'exode rural massif, la proportion de la population urbaine sans approvisionnement en eau saine n'a pas changé et reste aux alentours de 70 pour cent.)
- Entre 1973 et 1978, 270 millions de personnes ont obtenu accès à un approvisionnement en eau saine et 180 millions de personnes ont obtenu un service satisfaisant d'épuration des eaux usées.
- Les gouvernements des pays du tiers monde et les pays donateurs consacrent chaque année quelque 1 500 millions de dollars (US) chaque à l'adduction d'eau dans les régions rurales.
- Les 20 milliards de dollars par an qui permettraient d'offrir à tous les habitants de la Terre une eau potable saine et un réseau d'assainissement satisfaisant d'ici à 1990 ne correspondent qu'à 4 pour cent environ des dépenses militaires annuelles de tous les pays.



Selon les projections actuelles, même des plans complets et bien intégrés de gestion de l'eau ne parviendront pas à satisfaire les besoins créés par la croissance démographique en Europe et en Asie du Sud et de l'Est. L'Afrique connaîtra, elle aussi, de graves problèmes d'eau.

Les retombées de l'activité scientifique

Il est évident que les sciences peuvent contribuer à la formulation d'une politique sur l'eau en fournissant certaines données : importance des ressources hydriques, leur emplacement, leur taux de recharge et de purification, les sources de pollution, et les moyens de les nettoyer. Mais il faut aussi tirer le plus grand parti des résultats de la recherche. L'application scientifique des nouvelles technologies pourrait nous aider à préserver notre environnement et à protéger nos ressources hydriques. Ces technologies pourraient également créer des emplois et représenter une précieuse source de revenus.

Jusqu'à présent, la qualité des sciences de l'eau au Canada a permis aux Canadiens de contribuer à la somme des connaissances mondiales dans le domaine de l'eau et des questions se rapportant à l'eau[31]. Elle a contribué à la création, au Canada, d'entreprises d'ingénieurs-conseils qui comptent parmi les plus grandes du monde. Par contre, elle n'a pas mené à la mise en place d'une grande industrie nationale des technologies du traitement de l'eau.

Le traitement de l'eau et l'épuration des eaux usées font appel à une grande diversité de technologies[32]. Dans la plupart des applications municipales et industrielles, le traitement de l'eau a surtout reposé sur des méthodes de filtration et d'épuration biologique. Toutefois, même à ce niveau, le traitement se présente sous diverses formes et fait appel à une grande gamme de technologies de filtration, de pompage, d'instrumentation et de commande, et d'entreposage et de dosage des réactifs.

Les chercheurs canadiens aident à faire avancer diverses technologies de traitement de l'eau et d'épuration des eaux usées : neutralisation des matières organiques synthétiques, décontamination biologique et automatisation des stations de traitement. Ces technologies s'inscrivent dans le contexte d'une réglementation plus stricte, de la nécessité d'éliminer une gamme de plus en plus grande de polluants et de l'importance croissante accordée au recyclage des produits et à la récupération de l'énergie. Ces besoins ne sauraient être satisfaits sans la mise en oeuvre judicieuse des technologies disponibles. La rénovation des stations et la construction de nouvelles stations devraient s'accélérer pour se chiffrer à 600 millions de dollars par an au cours des 5 prochaines années.

Toutefois, le Canada n'a pas mieux réussi à commercialiser les résultats de ses recherches dans le domaine des sciences de l'eau qu'il ne l'a fait dans d'autres domaines : peu d'avantages industriels potentiels se concrétisent au Canada. Le prix artificiellement bas de l'eau canadienne (0,33 dollars par mètre cube au Canada, comparativement à 4 dollars dans certaines parties des États-Unis ou à 7 dollars au Japon) a indéniablement contribué à décourager l'exploitation commerciale des technologies de traitement de l'eau mises au point au Canada[33]. Quelques travaux réalisés par le Centre canadien des eaux intérieures et par le gouvernement de l'Ontario dans certains domaines (technologie de l'épuration des eaux usées, perfectionnement de la conception des égouts pluviaux et des moyens de lutte contre les glaces dans les cours d'eau, dégradation microbiologique des déchets et invention ou perfectionnement d'instruments de mesure de l'eau) ont mené à des produits innovateurs ou à des idées ayant un grand potentiel commercial. Presque aucune de ces innovations n'a été transformée en produits ou services exploités par des entreprises canadiennes[34].

Les industries se rapportant à l'eau : leur potentiel est-il négligé ?

Le Canada s'est taillé une réputation internationale dans le domaine des sciences de l'eau, mais n'a pas développé de secteur vigoureux de l'équipement d'épuration de l'eau. Le potentiel est énorme :

- Pour satisfaire 1 pour cent seulement de la demande actuelle d'équipement antipollution aux États-Unis, l'entreprise canadienne créerait directement un millier d'emplois. (À l'heure actuelle, le Canada exporte pour moins de 30 millions de dollars par an en équipement des ressources hydriques.)
- Les équipements canadiens ne satisfont que 55 pour cent environ du marché canadien des ressources hydriques, et cette proportion baisse.
- L'industrie canadienne dépense près de 100 millions de dollars par an en équipement antipollution.
- Au cours des 5 prochaines années, les immobilisations que les municipalités et les industries devront faire pour respecter les normes visant les eaux usées pourraient créer entre 75 000 et 170 000 emplois au Canada.
- En 1986, le Canada a importé pour plus de 56 millions de dollars d'équipement de traitement de l'eau et d'épuration des eaux usées. Chaque tranche de 50 000 dollars en équipement importé représente un emploi de moins pour les Canadiens.
- Entre 1981 et 1985, les Canadiens ont dépensé quelque 2,2 milliards de dollars par an pour des réseaux d'eau et d'égouts, y compris les stations de traitement et les réseaux de collecte et de distribution.
- En 1986, la valeur de la construction de tous types d'ouvrages de purification de l'eau et de réseaux d'égouts au Canada s'est élevée à près de 3 000 millions de dollars.
- Le marché canadien de l'équipement de traitement de l'eau et de purification des eaux usées prendra de l'expansion et passera de son niveau actuel d'au moins 400 millions de dollars par an à près de 600 millions de dollars par an d'ici à 1992.

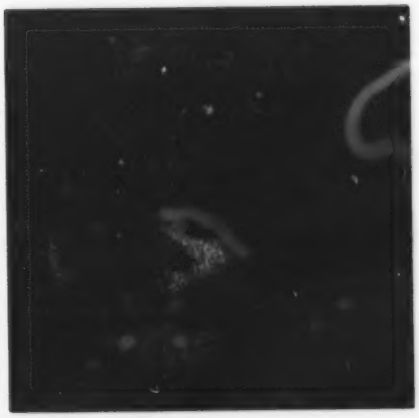
Tous les indices d'une crise écologique imminente annoncent un désastre d'une portée et d'une ampleur dépassant tout ce qu'ont connu les générations passées. Nous vivons à une époque où les armes nucléaires ont le potentiel de détruire toute la planète, mais il existe une menace encore plus fondamentale : les pressions de plus en plus fortes que les activités humaines exercent sur les ressources naturelles et sur les écosystèmes dont dépendent toutes les formes de vie[35].

Plusieurs rapports récents ont décrit les symptômes de la crise qui menace notre globe. D'autres se sont concentrés sur les problèmes qui se présentent au Canada en particulier[36]. Ces rapports ont rendu le public plus conscient du problème et ont contribué à amener nos dirigeants à accorder aux dossiers écologiques autant d'importance qu'aux dossiers économiques (et, parfois, qu'à d'autres dossiers). Mais là n'est pas la question. Toutes les données dont nous disposons laissent à penser que la vie humaine elle-même risque d'être compromise si nous n'adoptons pas un système de valeurs qui place l'intégrité de l'environnement avant tous les autres besoins de l'homme excepté ses besoins les plus essentiels. Cela veut dire qu'il nous faut considérer le milieu naturel comme le contexte dans lequel doivent être prises les décisions politiques et économiques plutôt que comme une question parmi tant d'autres[37].

Les problèmes d'utilisation de l'eau qui se posent aux Canadiens ne pourront être résolus que si nous décidons de ce que nous voulons et que nous faisons appel aux sciences pour atteindre nos buts. En tant que principe ou objectif global, le Conseil des sciences estime qu'il est essentiel de :

Gérer l'utilisation de l'eau de façon à satisfaire aux besoins actuels de façon équitable et à ne pas compromettre l'aptitude des générations futures à subvenir à leurs propres besoins.

Ce principe cadre parfaitement avec le but global énoncé dans la *Politique fédérale relative aux eaux* et offre un objectif vers lequel pourraient tendre les politiques relatives aux sciences de l'eau. Le Conseil des sciences présente neuf recommandations dans trois domaines qui revêtent une importance critique pour les sciences de l'eau : le leadership scientifique, les affaires internationales et les sciences appliquées. Ces recommandations s'adressent au gouvernement fédéral, car lui seul peut fournir les ressources et le leadership nécessaires pour atteindre l'objectif de l'utilisation durable de l'eau. Le Conseil reconnaît toutefois qu'il est essentiel que tous les ordres de gouvernement – fédéral, provincial et municipal – ainsi que les citoyens canadiens y mettent du sien. On ne peut trop insister sur l'importance d'un engagement national et d'un sentiment de solidarité face au but commun de s'attaquer aux nouvelles questions relatives à l'eau.



L'ère des problèmes écologiques aigus, localisés et relativement simples est révolue. Nous vivons maintenant à une époque de problèmes chroniques, de portée globale et extrêmement complexes.

Leadership scientifique et réforme institutionnelle

Les sciences de l'eau peuvent jouer un rôle crucial dans la résolution d'un grand nombre des questions qui se posent à propos de l'utilisation de l'eau au Canada. Toutefois, on a jusqu'à présent eu trop souvent tendance à penser que les sciences de l'eau ne pouvaient offrir qu'un simple remède à la mauvaise gestion de l'environnement. Cela les a empêchées de prévoir et de prévenir les problèmes autant qu'elles l'auraient pu. L'évolution de plus en plus rapide de la culture et de la technologie, qui fait peser de nouvelles menaces sur la qualité de l'eau et sur l'environnement dans son ensemble, exige que les sciences de l'eau deviennent le pivot des décisions politiques.

Les problèmes de l'eau qui se présentent sont chroniques, de portée globale et comprennent un mélange complexe d'éléments écologiques et économiques. La résolution de ces problèmes exige des recherches interdisciplinaires stratégiques à long terme. Ces recherches doivent, par ailleurs, être sensibles aux exigences de la politique et pouvoir satisfaire aux besoins de divers ministères et organismes de tous les paliers du gouvernement en matière de sciences appliquées.

Le pouvoir de toute recherche écologique, et de la recherche sur l'eau en particulier, tient du fait qu'elle peut influencer les décisions. En conséquence, pour que les sciences puissent contribuer au maximum à la résolution des problèmes d'eau futurs, que ce soit au Canada, à l'échelle internationale ou par la mise au point de technologies ne portant pas atteinte à l'environnement, un bon leadership national est essentiel. La *Politique fédérale relative aux eaux* reconnaît la nécessité d'un leadership fédéral dans le domaine des sciences de l'eau. Le même sentiment a été exprimé dans une série d'ateliers régionaux sur les sciences de l'eau que le Conseil des sciences a tenus dans l'ensemble du pays en 1987[30].

Aujourd'hui, il ne semble pas y avoir beaucoup de leadership fédéral dans le domaine des sciences de l'eau. Les efforts de recherche sont fragmentés entre un grand nombre de ministères, et la coopération entre les ministères est insuffisante. Les études écologiques à long terme et de grande portée dont on a besoin ne sont pas faites, et les grandes questions comme l'écotoxicologie, les effets de la dérivation des cours d'eau et les études sur le milieu estuarien sont délaissées au profit des exigences opérationnelles à court terme.

D'autres pays connaissent des problèmes semblables. À l'échelon international, on se demande maintenant si les structures institutionnelles et législatives actuelles permettent vraiment de s'attaquer aux problèmes qui se posent et de satisfaire aux besoins de recherche à long terme. En grande partie, les solutions proposées reflètent les conditions sociales et économiques de chaque pays. En Grande-Bretagne, par exemple, presque toutes les recherches sur l'eau sont maintenant axées sur les besoins des clients, et un grand nombre de laboratoires d'État ont été privatisés. Toutefois, les laboratoires privatisés de la Grande-Bretagne (de même que ceux des Pays-Bas et du Danemark) continuent d'être financés en majeure partie par le gouvernement, et leur financement semble au moins aussi assuré qu'avant.

Il est tentant de procéder à de profonds changements, mais l'on risque de détruire beaucoup de choses utiles sans être certain de ce que l'on gagnera au change. En outre, il est manifeste que le système de recherche qui existe au Canada permet déjà le lancement de programmes qui répondent à des besoins à long terme. Le Service de l'environnement atmosphérique (SEA) d'Environnement Canada en fournit un parfait exemple. Tous ses produits sont basés sur les sciences, et son personnel, tout comme ses clients, en est conscient. Avant tout, le SEA n'a aucun doute sur sa mission, et cette mission n'est mise en question par personne. De plus, le Service possède les structures nécessaires pour atteindre ses buts.

Les sciences canadiennes de l'eau ont besoin d'un bon leadership fédéral. Environnement Canada est déjà le principal organisme fédéral de financement des recherches sur l'eau, mais le fardeau de son mandat opérationnel l'a mené à une interprétation bien trop étroite de son mandat de recherche. Cela empêche le Ministère d'influencer autant qu'il le pourrait la formulation des politiques dans d'autres ministères et organismes de tous les paliers de gouvernement. Pour aider à redresser cette situation et renforcer l'engagement d'Environnement Canada à l'égard du leadership fédéral dans le domaine des sciences de l'eau :

1. **Environnement Canada devrait rendre publics ses intérêts stratégiques et ses plans de recherche à long terme dans le domaine des sciences de l'eau.**

Cela aiderait Environnement Canada à assumer le leadership scientifique et, par voie de conséquence, permettrait aux autres ministères et organismes fédéraux, aux gouvernements provinciaux, aux universités et aux entreprises poursuivant des recherches sur l'eau et s'occupant de la gestion de l'eau de coordonner leurs activités de façon à mieux répondre aux besoins nationaux.

Les ouvrages de dérivation

Le Canada transfère plus d'eau entre ses bassins que ne le font ensemble les États-Unis et l'Union soviétique, qui viennent en deuxième et troisième positions. Si toute l'eau dérivée au Canada était concentrée en un seul cours d'eau, celui-ci serait le plus grand au Canada après le Saint-Laurent et le Mackenzie.

- Plus de 80 pour cent des grands barrages du Canada servent à produire de l'électricité; 7 pour cent servent à l'irrigation.
- Trois grands ouvrages hydro-électriques construits dans les années 1970 ont transféré à eux seuls les deux tiers de toute l'eau transférée au Canada avant 1980.
- Le projet de dérivation du Churchill sur le lac sud des Indiens illustre un grand nombre des problèmes que créent les grands ouvrages de dérivation : l'érosion du littoral s'est accélérée, la sédimentation, la turbidité et la disponibilité en phosphore ont augmenté, la température de l'eau a baissé, la teneur en mercure du poisson a fait un bond, la quantité et la qualité du corégone pris par les pêcheurs commerciaux ont baissé rapidement, et l'économie traditionnelle des autochtones a été détruite.
- Il existe dans le monde 65 grands barrages (de plus de 150 mètres). On prévoit en construire 44 autres.
- À l'échelle mondiale, des barrages ou d'autres ouvrages interrompent déjà 13 pour cent environ de l'écoulement annuel des cours d'eau.

Il n'est plus possible de continuer dans cette direction et d'essayer d'augmenter les disponibilités en eau quand les coûts de construction montent en flèche, quand l'environnement se détériore et quand on ne dispose même pas de fonds suffisants pour entretenir comme il le faut l'infrastructure actuelle d'approvisionnement en eau.

Structure organisationnelle

Les organismes canadiens responsables des questions de l'eau ont évolué avec une mentalité de gestion de l'offre qui ne permet pas de résoudre les problèmes qui se présentent. Il n'est plus possible de continuer dans cette direction et d'essayer d'augmenter les disponibilités en eau quand les coûts de construction montent en flèche, quand l'environnement se détériore et quand on ne dispose même pas de fonds suffisants pour entretenir comme il le faut l'infrastructure actuelle d'approvisionnement en eau.

Le gouvernement fédéral joue un rôle prédominant dans les recherches sur les ressources hydriques au Canada[39]. Aujourd'hui, dans certains ministères fédéraux, l'excellence scientifique est compromise par le manque de moral des chercheurs, qui s'efforcent de trouver des défis de recherche appropriés et de jouer un rôle utile sur le plan des politiques. La réduction des crédits de recherche et de l'effectif des chercheurs n'explique pas entièrement cette situation. Il y a aussi le fait que les chercheurs chevronnés et estimés ne sont pas encouragés à assumer des postes de cadre supérieur et qu'on tend à confier la gestion des services de recherche à des administrateurs n'ayant aucune formation scientifique. Par ailleurs, la politique de contingentement du Conseil du Trésor empêche un grand nombre de bons chercheurs d'atteindre le niveau de scientifique supérieur à la Fonction publique. Les chercheurs ont beaucoup de mal à se faire accorder des congés sabbatiques ou la permission d'assister à des conférences. Citons enfin le peu de prestige accordé aux sciences de l'eau, même au sein d'Environnement Canada. Tous ces problèmes ont été pleinement documentés et sont bien connus[40]. Malgré une certaine amélioration (il est par exemple plus facile pour les chercheurs d'obtenir aujourd'hui la permission d'assister à des conférences), il est incroyable qu'aussi peu de progrès aient été réalisés.

Ce dont le secteur public des sciences de l'eau a le plus besoin, c'est que ses gestionnaires osent se choisir un créneau de recherche, y attirer de nouveaux programmes et louvoyer dans les milieux bureaucratiques pour renforcer ces initiatives. C'est dans ses chercheurs et non dans des installations que le Canada doit investir pour que les sciences de l'eau nous livrent la clé des problèmes de demain. C'est dans cette optique qu'il faut réformer les organismes.

Le rapport Pearse recommandait qu'Environnement Canada remplace la Direction générale des eaux intérieures par un service des eaux relevant d'un sous-ministre adjoint. Toutefois, un tel changement ne tient aucun compte du rôle fondamental de la recherche scientifique dans tous les aspects de la gestion de l'environnement, de la nécessité de coordonner les recherches sur l'environnement et du besoin d'une optique à long terme.

Pour bien montrer qu'Environnement Canada est un ministère scientifique et pour signaler l'importance de l'eau pour tous les Canadiens :

2. **Environnement Canada devrait :**
   a) **nommer un sous-ministre adjoint aux sciences ;**
   b) **remplacer la Direction générale des eaux intérieures par un service des eaux ;**
   c) **nommer un directeur général de la recherche sur l'eau.**

Ces changements serviraient à montrer que la recherche est considérée essentielle à toute politique de l'environnement, offriraient une structure hiérarchique appropriée pour les directeurs des instituts de recherche sur l'eau et fourniraient un bon moyen de lier les résultats des recherches à la formulation des politiques.

À l'appui de ces changements et pour garantir l'amélioration à long terme de la gestion des sciences :

3. **Environnement Canada et Pêches et Océans devraient formuler une politique précise visant à identifier des chercheurs de talent et à leur donner une formation de gestionnaire scientifique.**

Il reste nécessaire de centraliser les recherches à long terme et multidisciplinaires dans des organismes extérieurs à tout ministère opérationnel, sensibles aux exigences de politiques et en mesure de satisfaire les besoins des ministères opérationnels en matière de sciences appliquées. Pour chercher à résoudre le problème, l'Institut national de recherche sur les eaux d'Environnement Canada a restructuré ses groupes de recherche en fonction des grands dossiers prioritaires de recherche au lieu de les concentrer par discipline comme auparavant. Malgré cela, on n'utilise pas au maximum les compétences des chercheurs des universités et du secteur privé et on ne tient pas compte de ce qu'auraient à offrir les sociologues, du moins aux yeux de ces derniers. En outre, ce genre de réorganisation reste vulnérable aux caprices de la bureaucratie et ne répond pas à la nécessité d'intégrer les compétences disciplinaires éparpillées entre différents ministères. À l'heure actuelle, les chercheurs du gouvernement ont du mal à transcender les limites des divers mandats, et cela fait du tort à la recherche.

L'exemple de la recherche sur les eaux souterraines illustre parfaitement un grand nombre de ces problèmes. Cette recherche est effectuée par plusieurs cabinets d'experts-conseils et autres entreprises privées, ainsi qu'entre un certain nombre d'universités, de ministères fédéraux, de gouvernements provinciaux et de sociétés d'État. Dans le domaine des eaux souterraines, Environnement Canada n'a que cinq chercheurs de niveau doctoral dans ses deux instituts nationaux de recherche de Burlington et de Saskatoon. Il n'existe aucun programme national de recherche coordonnée à long terme sur les eaux souterraines. Cette situation explique en partie pourquoi Environnement Canada s'est fait enlever tant de chercheurs par les États-Unis au cours des 5 dernières années[41].

Au Canada, la recherche sur les eaux souterraines est surtout concentrée à l'Université de Waterloo, où se trouvent la moitié environ de tous les étudiants du deuxième cycle et le quart de tous les professeurs spécialisés dans les sciences et le génie des eaux souterraines au Canada. Le gouvernement de l'Ontario a récemment accordé la désignation de « centre d'excellence » au groupe des eaux souterraines de Waterloo. Cela contribuera à combler une partie des lacunes de la recherche en Ontario, mais pas toutes, et cela n'aidera pas à résoudre un grand nombre des problèmes qui se posent dans d'autres provinces, ni à répondre aux besoins nationaux de portée plus vaste. De

plus, bien que le groupe de Waterloo entretienne de bons rapports avec le secteur privé, il n'a que peu de rapports avec les instances politiques. En attendant, le nombre de Canadiens qui compromettent leur santé en buvant de l'eau contaminée pourrait atteindre le million[42].

La centralisation des recherches fédérales sur l'eau devrait mener à davantage de travaux interdisciplinaires et à une plus grande concentration sur les problèmes à long terme. Au pire, il ne serait plus aussi facile de délaisser les questions qui ne relèvent d'aucun ministère en particulier et on réduirait les chevauchements dans les travaux de recherche. La centralisation des recherches fédérales sur l'eau pourrait, de plus, permettre de mieux coordonner les recherches avec les besoins de gestion des provinces. Toutefois, tous les moyens pouvant être mis en oeuvre pour réaliser cette centralisation, qu'il s'agisse de la création d'un nouveau ministère, d'un nouvel organisme ou d'une nouvelle société d'État, ou encore d'un centre de recherches privé, présentent de grands problèmes qui risquent de l'emporter sur les avantages potentiels. Toute centralisation au sein du gouvernement pourrait donner lieu à des travaux de portée plus limitée, tandis que la création d'un organisme indépendant pourrait creuser le fossé entre la recherche et les politiques. En fait, on pourrait faire valoir qu'au lieu de centraliser la recherche sur l'eau au Canada, il faudrait y attirer plus de points de vue et de participants.

De même, un simple transfert direct des fonds de recherche aux universités ne saurait donner lieu au genre de recherche dont on a besoin pour répondre aux besoins de politiques. La démarcation entre les disciplines et la rigidité bureaucratique font obstacle aux recherches à long terme. Là où les universités sont parvenues à établir de bons centres de recherches sur l'eau, comme l'INRS-Eau (Université du Québec), le *Westwater Research Centre* (Université de la Colombie-Britannique), l'*Institute for Environmental Studies* (Université de Toronto) et l'*Institute for Groundwater Research* (Université de Waterloo), elles l'ont fait en dépit des structures universitaires et non grâce à elles. Par ailleurs, il n'est pas facile d'établir des rapports entre la recherche universitaire et les besoins de politique du gouvernement.

Beaucoup pourrait être fait sans nouvelle politique. Ce qu'il faut, notamment au gouvernement fédéral, c'est une meilleure exploitation des règles et règlements actuels qui visent les chercheurs et les gestionnaires de la recherche. Il faudrait encourager de plus étroits rapports entre les chercheurs des universités et ceux du gouvernement, par exemple à l'aide de détachements et de congés sabbatiques. Dans le cadre du système actuel de recherche à contrat, on pourrait encourager des projets de recherche en collaboration. On pourrait renforcer le Comité interministériel de l'eau pour s'assurer que les travaux qui chevauchent les mandats des ministères sont réalisés et que les lacunes en matière de recherche sont comblées. En outre, on pourrait mieux financer les chercheurs pour leur permettre de visiter les laboratoires, tant ceux de leur propre ministère que ceux d'un autre, de rencontrer leurs collègues des universités et d'assister à des conférences. Ces mesures contribueraient à renforcer la collectivité des chercheurs dans le domaine de l'eau, à stimuler la recherche et à promouvoir les travaux interdisciplinaires. Pour cela, il ne manque que la volonté politique. Mais il faut aller plus loin.

Pour encourager des recherches à long terme qui fassent fi des démarcations traditionnelles entre les diverses disciplines, qui soient sensibles aux besoins nationaux de politique et qui ne soient pas restreintes par une interprétation étroite des exigences opérationnelles des divers ministères fédéraux :

4. **Environnement Canada devrait prendre les dispositions nécessaires, en collaboration avec Pêches et Océans, Agriculture Canada, Santé et Bien-être Canada et tous les autres ministères fédéraux participant à la recherche sur l'eau, pour demander des fonds de 40 millions de dollars par an pour créer des laboratoires associés. Ces laboratoires devraient s'autofinancer à 50 pour cent au moins en l'espace de 5 ans.**

Chaque laboratoire devrait être rattaché à une université et comprendre au moins cinq chercheurs pour atteindre la masse critique nécessaire. Dans la mesure du possible, les laboratoires devraient être établis près des centres de compétences actuels, mais il peut s'avérer nécessaire de créer de nouveaux centres pour veiller à satisfaire les besoins de toutes les provinces. Il faudrait encourager les ministères fédéraux à gérer et à financer ces laboratoires conjointement. Il faudrait aussi encourager le secteur privé à participer au programme de recherche. Cette participation pourrait prendre la forme d'un échange de chercheurs, d'une contribution financière ou d'une participation à la sélection des paramètres de recherche. Les chercheurs du gouvernement devraient être affectés à ces laboratoires pour une période déterminée. Leur ministère devrait payer leur salaire et leurs avantages sociaux habituels et assumer le coût de leurs travaux de recherche. Dans le cas des chercheurs universitaires travaillant dans ces laboratoires, le gouvernement devrait financer les travaux de recherche dans la mesure où ceux-ci répondent aux besoins de politique à long terme.

Renforcer l'expérience des chercheurs

Il se peut que l'aptitude des spécialistes de l'eau à résoudre les problèmes de demain soit fortement limitée par leur formation de base. Les sciences de l'eau n'ont pas réussi à devenir une discipline universitaire indépendante et restent une annexe d'autres disciplines comme la géographie, la limnologie et le génie civil. En règle générale, un étudiant du premier cycle ne peut pas se spécialiser en sciences de l'eau. Cette réticence qu'ont les chercheurs universitaires s'occupant des sciences de l'eau à se scinder de leurs disciplines mères pour constituer leur propre unité ou département encourage une certaine étroitesse d'esprit dans le domaine des sciences de l'eau. À titre d'exemple, un ingénieur peut obtenir son diplôme et trouver un emploi dans le domaine des sciences de l'eau sans avoir la moindre connaissance en biologie. Tout aussi bien, un biologiste peut trouver un emploi dans le même domaine sans avoir aucune connaissance en génie civil. De telles lacunes dans la formation de base sont d'autant plus regrettables que les problèmes qui se présentent en matière d'eau sont fort complexes.

Pour diversifier davantage la formation des chercheurs spécialisés dans les sciences de l'eau, il faut encourager les chercheurs universitaires à se réunir en groupes de recherche, à établir des projets de recherche communs et à faire participer leurs étudiants à leurs travaux. Un moyen qui a permis de résoudre un problème semblable est le Programme de formation scientifique dans le Nord (PFSN), qui est géré par le ministère des Affaires indiennes et du Nord et qui vise à encourager les chercheurs à acquérir des compétences scientifiques et technologiques se rapportant au Nord[43].

Le PFSN aide les universités canadiennes à offrir à leurs étudiants une formation qui comprend une expérience pratique dans le Nord et qui les encourage à se lancer dans des études nordiques. Le programme vise à augmenter le nombre d'étudiants diplômés qui se spécialisent dans un aspect quelconque des études nordiques et qui ont l'expérience de la recherche sur le Nord. Dans le cadre du PFSN, les universités sont encouragées à constituer des unités interdisciplinaires d'études nordiques et reçoivent une aide financière qui les défraye en partie du coût des recherches dans le Nord. Ces fonds sont versés sous la forme d'une subvention globale pour encourager la coopération à l'échelon de l'université.

Il nous faut un programme comparable à celui-là pour disposer d'un plus grand nombre de personnes ayant l'expérience nécessaire de la recherche dans le domaine des sciences de l'eau et pour encourager la mise en place d'unités universitaires où se feraient les travaux interdisciplinaires dans ce domaine. À cette fin :

5. **Environnement Canada devrait, avec le concours de tous les ministères fédéraux participant à la recherche sur l'eau, prendre les mesures nécessaires pour lancer un programme de formation des chercheurs en sciences de l'eau qui recevrait un financement d'un million de dollars par an.**

En règle générale, un étudiant du premier cycle ne peut pas se spécialiser en sciences de l'eau.

Faire participer les groupes d'intérêts

À propos du rapport de la Commission Brundtland, certains ont fait valoir qu'on ne saurait se fier uniquement aux structures gouvernementales en place pour trouver la solution aux problèmes écologiques mondiaux et qu'il faut mettre en œuvre de nouveaux mécanismes pour tirer parti des connaissances et de l'enthousiasme du secteur non gouvernemental[44].

En Europe, les groupes écologiques influencent souvent l'orientation des recherches sur l'eau. Les chercheurs du secteur public cherchent à se maintenir à la page en s'informant des intérêts et des activités des principaux groupes écologiques. Par ailleurs, un grand nombre d'entre eux sont membres actifs de ces groupes et veillent à ce que les questions soulevées par les groupes soient basées sur des fondements scientifiques valables. Cette participation est encouragée par leur employeur.

Au Canada, un grand nombre de groupes écologiques et d'associations industrielles s'intéressent de près au dossier de l'eau. Pour que le Canada puisse élaborer les stratégies nécessaires à la résolution des problèmes écologiques d'aujourd'hui et de demain et trouve la volonté politique de mettre ces stratégies en œuvre, il faut que ces groupes participent davantage à l'orientation des recherches et à l'établissement des priorités politiques. Le Canada est déjà aux prises avec une foule de questions concernant l'utilisation de l'eau, les sciences de l'eau et toute une gamme de programmes internationaux, nationaux et régionaux relatifs à l'eau. Rien qu'à l'échelon fédéral, les initiatives actuelles comme la Politique sur les pêches en eau douce, la politique fédérale relative à l'eau, La Loi sur les normes visant l'eau potable, la Loi sur la protection de l'environnement, la Stratégie de conservation du milieu marin de l'Arctique et la foule de questions soulevées par les revendications des autochtones exigent toutes la participation et la réaction soutenues d'un public averti.

Pour que la participation de groupes d'intérêts, tels que Pollution Probe, soit vraiment utile, il faut que le public soit bien informé. À cet égard, tous les chercheurs peuvent jouer un rôle important. En fait, le gouvernement devrait encourager ses chercheurs à adhérer à ces groupes et à exprimer leurs opinions en public, en tant que citoyens bien informés. Jusqu'à présent, il y a peu d'indications que ce genre d'encouragement soit sur le point d'être donné. Il n'y a guère que dans un secteur, celui de l'agriculture, que le gouvernement a pleinement accepté qu'il incombe aux chercheurs d'œuvrer en collaboration étroite avec les groupes d'intérêts pour s'assurer que les résultats des recherches sont compris par le plus grand nombre possible d'intéressés et sont appliqués de façon maximale. En Alberta, la responsabilité qu'ont les chercheurs en agriculture de communiquer les résultats de leurs travaux au secteur agricole est précisée bien clairement dans les contrats d'emploi de la province. Cette façon de procéder doit aussi s'appliquer aux questions écologiques. À cette fin :

6. **Environnement Canada, Pêches et Océans et les autres ministères et organismes fédéraux et provinciaux poursuivant des recherches sur l'eau devraient reconnaître qu'il est du droit et du devoir de leurs chercheurs de participer aux activités de groupes d'intérêts. Ce droit et cette responsabilité devraient être précisés dans tous les contrats d'emploi.**

Il faudrait également inviter les groupes d'intérêts à participer à l'évaluation des programmes de recherche sur l'eau financés par le gouvernement. Le gouvernement fédéral a récemment créé des conseils consultatifs externes pour les centres fédéraux de recherche sur l'eau dans le but de mieux faire concorder les recherches aux besoins de politiques. Le Conseil des sciences appuie dans le principe la création de tels conseils, mais leur utilité dépend, du moins en partie, des critères de sélection des membres. Certains conseils n'acceptent pas pour membres des fonctionnaires d'autres ministères fédéraux, bien que ces ministères soient souvent les principaux utilisateurs des résultats des recherches. Aucun conseil n'a expressément reconnu la nécessité de comprendre des représentants de groupes d'intérêts.

Comme mesure initiale visant à augmenter la participation des groupes d'intérêts dans l'orientation des recherches sur l'eau et dans la formulation des politiques :

7. **Environnement Canada et Pêches et Océans devraient veiller à ce que les groupes d'intérêts soient représentés aux conseils consultatifs externes des centres fédéraux de recherche sur l'eau.**

Un égoïsme éclairé

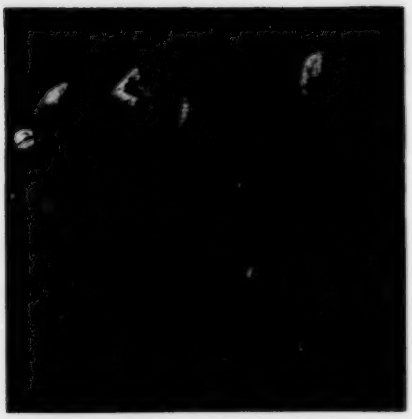
L'ACDI est le principal organisme fédéral à employer des experts canadiens à l'étranger. Toutefois, le ministère des Affaires extérieures, le Centre de recherches pour le développement international, Environnement Canada et d'autres ministères et organismes reçoivent eux aussi des demandes d'assistance d'autres pays et d'organismes internationaux. Les experts sont détachés, normalement pour une courte période (de 2 à 3 semaines), à moins que des arrangements spéciaux ne puissent être faits. Le Canada a peu l'occasion d'offrir un programme complet de services techniques. L'assistance est généralement fournie en réponse à une demande particulière et, en raison de la réduction des effectifs de la Fonction publique ces dernières années, il est devenu difficile de détacher des chercheurs, ne serait-ce que pour une courte période. En outre, quand un ministère ou un organisme désire satisfaire à une demande, il n'est pas toujours facile de trouver le personnel nécessaire.

L'ACDI a fait certains progrès à cet égard et peut maintenant mieux recenser la gamme d'experts disponibles. Un rapport publié récemment comprend des estimations des effectifs dans le secteur canadien de l'eau, ventilés par secteur économique, par sujet et par région[45]. La compilation de ces données s'est avérée difficile. Plus de 100 000 personnes ont été dénombrées, dont des fonctionnaires dans plus de 22 ministères et organismes fédéraux et des employés dans plus de 200 entreprises d'experts-conseils. Les données sur le personnel oeuvrant dans le domaine de l'eau dans des organisations non gouvernementales sont plus difficiles à obtenir et n'ont pas été incluses dans le rapport. L'ACDI doit maintenant établir clairement qui est disponible pour des travaux de développement, dans quel domaine ils se spécialisent et comment communiquer avec eux. Ce ne sera qu'alors que l'ACDI pourra faire pleinement appel aux experts canadiens pour ses projets de développement.

D'autres pays montrent plus de dynamisme à employer leurs experts pour satisfaire aux besoins globaux. La Grande-Bretagne, la Suède et le Danemark, par exemple, se servent des chercheurs de l'État pour offrir des services actifs et rentables d'experts-conseils. En Grande-Bretagne, la privatisation a renforcé ce rôle et le *Water Research Centre* vient d'ouvrir un bureau à Philadelphie pour l'aider à obtenir des contrats aux États-Unis. Ce bureau a récemment soumissionné des marchés en Ontario. Il ne fait aucun doute que de nombreux pays voient dans l'expérience à l'étranger un élément vital qui les aide à attirer et à garder des chercheurs de talent.

On répondrait à de nombreux besoins en donnant aux chercheurs du gouvernement l'occasion d'offrir des services d'experts-conseils à l'étranger. En plus d'être lucratifs, ces services seraient un moyen pratique de contribuer à la résolution des problèmes d'eau de notre globe. Ce serait par ailleurs une excellente source d'expérience et de formation pour les Canadiens et cela permettrait au Canada de faire connaître ses sciences de l'eau au reste du monde.

8. **Le ministère de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie devrait reconnaître l'existence d'un secteur de la technologie et des services de l'environnement. Il devrait assurer le rôle principal dans ce domaine et créer une direction générale dont la fonction serait de collaborer avec l'entreprise privée à l'élaboration d'une stratégie visant ce secteur.**



On répondrait à de nombreux besoins en donnant aux chercheurs du gouvernement l'occasion d'offrir des services d'experts-conseils à l'étranger. En plus d'être lucratifs, ces services seraient un moyen pratique de contribuer à la résolution des problèmes d'eau de notre globe.

Les sciences appliquées

La mise au point et l'application de technologies nouvelles ou améliorées peuvent réduire les besoins et la demande d'eau et prévenir ou atténuer la pollution. Les technologies que nous possédons déjà ou que nous mettons au point pourraient nous aider à éviter les problèmes du passé. La *Politique fédérale relative aux eaux* et le *Rapport du Groupe de travail national sur l'environnement et l'économie* ont tous deux reconnu ce fait. Par ailleurs, la mise au point et la vente de telles technologies sont l'occasion rêvée de produire des revenus en mettant à profit la réputation internationale de chef de file que le Canada s'est taillée dans le domaine de la gestion de l'utilisation de l'eau et dans celui des sciences de l'eau[46].

Le marché canadien de l'équipement du secteur des ressources hydriques représente une somme de plus de 400 millions de dollars par an. Selon les prévisions, ce chiffre devrait atteindre au moins les 600 millions de dollars d'ici à 1992. Pendant la même période, les investissements projetés ailleurs dans le monde devraient se chiffrer à plusieurs milliards de dollars. Cependant, cette poussée de la demande se produit à un moment où la position du Canada est faible dans le secteur de la technologie commerciale : les entreprises canadiennes ne détiennent que 55 pour cent du marché intérieur, et nos exportations ne totalisent peut-être qu'une trentaine de millions de dollars par an.

Bien qu'Environnement Canada, le ministère de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie et des organismes provinciaux du Québec et de l'Ontario aient essayé de recueillir des données, on manque de renseignements valables sur la plupart des aspects du secteur des ressources hydriques. Le peu d'importance que s'est vu accordée ce secteur dans le processus de la planification se manifeste par l'absence d'un bon système de classement du secteur. Statistique Canada n'a pas un seul code de classification type des industries pour les produits fabriqués par ce secteur.

Ce que nous avons au Canada, c'est un petit nombre d'entreprises individuelles qui jouent des rôles fort variés et qui n'ont pas vraiment le sentiment d'appartenir à un même secteur. Quelque 390 entreprises fabriquent, vendent ou distribuent du matériel servant à réduire la pollution de l'eau. Trente-six autres entreprises vendent des agents chimiques de traitement. Quelques entreprises fournissent à la fois matériel et agents chimiques. Sur toutes ces entreprises, il y en a probablement moins de 20 pour cent à fabriquer leurs produits au Canada, et, sur celles qui le font, il n'y en a guère qu'une trentaine à posséder une technologie qui leur soit propre ou qu'elles aient fait breveter.

Peu d'entreprises font des recherches sur le traitement de l'eau et sur l'épuration des eaux usées. En 1984, le secteur n'a investi dans la recherche que 2,4 millions de dollars de ses propres fonds. Cela ne représente guère que 0,6 pour cent environ de son chiffre d'affaires. Le reste des 5,6 millions de dollars investis dans la recherche se répartissait entre plusieurs ministères fédéraux, quelques organismes provinciaux et municipaux et des universités. Pourtant, malgré une structure industrielle encore rudimentaire et de faibles investissements dans la recherche, le Canada pourrait établir des industries des technologies de l'eau et enlever une plus grande part des marchés intérieur et international, qui sont en pleine expansion.

Pour se placer en tête de l'industrie de l'eau dans les décennies qui viennent, le secteur canadien doit exploiter les recherches les plus récentes dans des domaines comme l'osmose inverse, l'adsorption, la séparation avancée, la biotechnologie, le logiciel d'informatisation des stations et la technologie des membranes. Les chercheurs canadiens sont actifs dans la plupart de ces domaines, mais les mécanismes nécessaires au transfert des connaissances acquises au secteur de la manufacture ne semblent pas exister.

L'exemple de la technologie des membranes illustre bien cette situation. Une membrane synthétique qui permet de rentabiliser les systèmes de dessalement par électrodialyse à membranes sélectives fut découverte au début des années 1960. Son inventeur, M. S. Sourirajan de l'Université de Californie à Los Angeles, vint peu après se joindre au Centre national de recherches d'Ottawa, où il constitua un excellent groupe technique des sciences des membranes. Bien que les travaux de cette équipe se poursuivent et que le Canada reste parmi les premiers dans le domaine des sciences des membranes, les États-Unis et le Japon prédominent pour ce qui est de la production commerciale, et le Canada importe des membranes commerciales. Au lieu d'être chef de file, le Canada doit maintenant chercher à rattraper les autres.

Les énormes débouchés qui s'ouvrent aux secteurs canadiens des sciences et de la technologie justifient des rapports plus étroits entre le gouvernement et le secteur privé. Une meilleure coopération permettrait d'encourager et de financer les recherches sur la technologie de l'eau, de garantir le transfert des résultats des recherches à l'industrie et de financer la mise au point et la vente d'une technologie commerciale de l'eau pour répondre aux besoins du Canada et du reste du monde. Ce point de vue se retrouve dans la *Politique fédérale relative aux eaux* et est étayé par les travaux du Conseil pour la rédaction du présent rapport. Ce qu'il nous faut maintenant de toute urgence est un plan de développement visant à regrouper les efforts des ministères et organismes fédéraux et provinciaux concernés et des entreprises individuelles. Il faudrait pour cela que tous les intéressés se rencontrent. À cette fin :

9. **Le ministre de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie devrait charger le Conseil des sciences d'organiser un atelier visant à recommander une stratégie pour développer une industrie canadienne des ressources hydriques.**

Cet atelier devrait :

- cerner les problèmes urgents qui se présentent à l'égard de la pureté de l'eau et de la disponibilité des approvisionnements
- cerner les lacunes des sciences de l'eau
- recenser les technologies existantes et leurs marchés
- proposer de nouvelles technologies et indiquer leurs marchés possibles
- préciser les besoins de politiques pour le développement industriel.

32 *Conclusions et résumé des recommandations*

Même si elles sont acceptables sur le plan politique, les solutions classiques aux problèmes d'approvisionnement en eau seront difficiles et coûteuses à mettre en œuvre. L'adoption de nouvelles pratiques d'utilisation de l'eau est inévitable vu les signes manifestes de détérioration croissante de l'environnement, les coûts d'entretien des réseaux d'approvisionnement en place et la nécessité de ménager les ressources hydriques pour garantir une économie durable.

Les sciences et la technologie sont de puissants instruments qui pourraient nous aider à atteindre nos buts. Les auteurs du présent rapport pensent, tout comme la Commission Brundtland, le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement, et la *Politique fédérale relative aux eaux*, qu'il faut adopter une attitude tout à fait nouvelle à l'égard de notre environnement et à l'égard de l'eau en particulier.

Toutefois, les problèmes chroniques, complexes et globaux qui affligent nos ressources hydriques sont fort différents des problèmes relativement simples, aigus et localisés du passé. Pour les résoudre, il faut que le Canada s'engage à diriger tous les intéressés vers un même but et que nous procédions à un certain nombre de changements majeurs visant à réorienter nos ressources scientifiques et technologiques. En somme :

- Le gouvernement fédéral doit donner suite à l'engagement qu'il a pris de faire du Canada un chef de file dans le domaine des sciences de l'eau.
- Il faut réformer les organismes pour s'assurer que seront lancées dès aujourd'hui les recherches qui nous permettront d'aborder les problèmes de demain.
- Il faut encourager la collectivité des spécialistes de l'eau, aujourd'hui fragmentée, à se rassembler pour pouvoir concentrer ses efforts sur la résolution des problèmes d'utilisation de l'eau.
- Le Canada doit tirer parti de sa réputation et de ses compétences dans le domaine des sciences de l'eau pour satisfaire les besoins qui se présentent à l'échelle du globe.
- Il faut commercialiser les résultats des recherches sur l'eau pour stimuler la croissance économique dans un milieu sain.

Les recommandations du présent rapport viennent appuyer ces impératifs. En les présentant, le Conseil reconnaît qu'il est pratiquement trop tard dans de nombreux cas pour écarter les dangers qui menacent la qualité et la disponibilité de l'eau. Qui plus est, de profondes incertitudes scientifiques subsistent à propos d'un bon nombre des grandes questions qui se posent aux Canadiens dans le domaine de l'eau. Il reste à formuler des objectifs de politique qui puissent tenir compte de ces incertitudes, notamment pour ce qui est des dossiers où les conséquences de l'inaction seraient trop lourdes.

Résumé des recommandations

1. **Environnement Canada devrait rendre publics ses intérêts stratégiques et ses plans de recherche à long terme dans le domaine des sciences de l'eau.**

2. **Environnement Canada devrait :**
   a) **nommer un sous-ministre adjoint aux sciences ;**
   b) **remplacer la Direction générale des eaux intérieures par un service des eaux ;**
   c) **nommer un directeur général de la recherche sur l'eau.**

3. **Environnement Canada et Pêches et Océans devraient formuler une politique précise visant à identifier des chercheurs de talent et à leur donner une formation de gestionnaire scientifique.**

4. **Environnement Canada devrait prendre les dispositions nécessaires, en collaboration avec Pêches et Océans, Agriculture Canada, Santé et Bien-être Canada et tous les autres ministères fédéraux participant à la recherche sur l'eau, pour demander des fonds de 40 millions de dollars par an pour créer des laboratoires associés. Ces laboratoires devraient s'autofinancer à 50 pour cent au moins en l'espace de 5 ans.**

5. **Environnement Canada devrait, avec le concours de tous les ministères fédéraux participant à la recherche sur l'eau, prendre les mesures nécessaires pour lancer un programme de formation des chercheurs en sciences de l'eau qui recevrait un financement d'un million de dollars par an.**

6. **Environnement Canada, Pêches et Océans et les autres ministères et organismes fédéraux et provinciaux poursuivant des recherches sur l'eau devraient reconnaître qu'il est du droit et du devoir de leurs chercheurs de participer aux activités de groupes d'intérêts. Ce droit et cette responsabilité devraient être précisés dans tous les contrats d'emploi.**

7. **Environnement Canada et Pêches et Océans devraient veiller à ce que les groupes d'intérêts soient représentés aux conseils consultatifs externes des centres fédéraux de recherche sur l'eau.**

8. **Le ministère de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie devrait reconnaître l'existence d'un secteur de la technologie et des services de l'environnement. Il devrait assurer le rôle principal dans ce domaine et créer une direction générale dont la fonction serait de collaborer avec l'entreprise privée à l'élaboration d'une stratégie visant ce secteur.**

9. **Le ministre de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie devrait charger le Conseil des sciences d'organiser un atelier visant à recommander une stratégie pour développer une industrie canadienne des ressources hydriques.**

1. Voir, par exemple, la Commission mondiale pour l'environnement et le développement, *Notre avenir à tous* (New York, Oxford University Press, manuscrit, 1987); Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources, *Stratégie mondiale de la conservation : La conservation des ressources vivantes au service du développement durable* (Gland, Suisse, Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Fonds mondial pour la nature, 1980); et Organisation de coopération et de développement économiques, *L'état de l'environnement, 1985* (Paris, 1985).
2. *Rapport de la Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement au Canada* (Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1985).
3. Commission mondiale pour l'environnement et le développement, op. cit. (note 1).
4. Canada, Groupe de travail national sur l'environnement et l'économie, *Rapport du Groupe de travail national sur l'environnement et l'économie*, remis au Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement, septembre 1987, 18.
5. Environnement Canada, *Politique fédérale relative aux eaux* (Ottawa, 1987), 5.
6. D.W. Schindler, F.E.M. Kasian et R.H. Hesslien, « Biological Damage to Lakes of the Northeastern and Midwestern U.S.A. from Acid Rain », rapport inédit, 1985, 44.
7. Voir A.H. Laycock, « The Amount of Canadian Water and its Distribution », in *Canadian Aquatic Resources*, M.C. Healy et R.R. Wallace (éd.), Bulletin canadien des sciences halieutiques et aquatiques 215 (Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1987), 13-42.
8. Voir *The Evening Telegram*, 22 août, 6 octobre et 21 octobre 1987.
9. Zenon Environmental Inc., *Review and Assessment of the Canadian Water Resources Industry*, rapport commandé par le Conseil des sciences du Canada, 1987, 19-20.
10. P.H. Pearse, F. Bertrand et J.W. MacLaren, *Vers un renouveau : Rapport définitif – Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux* (Ottawa, Environnement Canada, 1985), 65.
11. Conseil des sciences du Canada, *La dégradation du sol au Canada : un mal en progression* (Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1986), 10.
12. Voir P. Stokes, *Les polluants atmosphériques et leurs effets sur les systèmes aquatiques – Évaluation des besoins de recherche*, document d'étude (Ottawa, Conseil des sciences du Canada, 1988).
13. D. Coon, « Water Pollution Goes Underground », *Probe Post* (printemps 1986), 7.
14. D.W. Schindler (Institut des eaux douces, Winnipeg), communication personnelle, 1987.
15. Voir P. Stokes, op. cit. (note 12); et Sous-comité de la Chambre des communes sur les pluies acides, *Les eaux sournoises : la tragique réalité des pluies acides* (Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1981).
16. J.A. Cherry, « Groundwater Occurrence and Contamination in Canada », in *Canadian Aquatic Resources*, op. cit. (note 7), 387-426.
17. Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs, *La qualité de l'eau dans les Grands Lacs*, rapport biennal à la Commission mixte internationale (Windsor, 1987).
18. Pour un examen complet de l'effet des matières toxiques sur la faune, voir M. Gilbertson, « Effects on Fish and Wildlife populations », document inédit, 1987; et P. Beland *et al.*, *International Association for Great Lakes Research 30th Conference, Program and Abstracts*, 30e conférence sur la recherche sur les Grands Lacs, Université de Michigan, Ann Arbor, 11-14 mai 1987, A-4.
19. Voir A.H. Laycock, « The Amount of Canadian Water and Its Distribution », 13-42, et D. Tate, « Current and Projected Water Use in Canada 1981-2011 », 43-69, dans *Canadian Aquatic Resources*, op. cit. (note 7); John Lewis, *Climatic Change and its Effects on Water Resources for Canada : A Review*, document inédit préparé pour le Conseil des sciences du Canada, 1987; et Organisation météorologique mondiale, *Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of Other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts* (Genève, 1986).
20. Voir La Commission mondiale pour l'environnement et le développement, op. cit. (note 1); et l'International Union for Conservation, op. cit. (note 1).
21. Voir J.P. Bruce, *L'organisation des sciences hydriques au Canada*, document inédit préparé pour le Conseil des sciences du Canada, 1986.
22. Ces points sont tirés des opinions exprimées par les participants à un atelier national intitulé « Nouveaux besoins pour des temps nouveaux : La gestion de l'utilisation de l'eau pour le XXIe siècle », tenu par le Conseil des sciences à Hull (Québec) les 4 et 5 novembre 1986; ainsi que de J.P. Bruce, op. cit. (note 21); K.S. Davar, *Research Needs : A National Perspective*, document inédit préparé pour le Conseil des sciences du Canada, 1986; et E.D. Ongley, *La recherche hydrique d'ici à l'an 2020 : Problèmes et possibilités*, document inédit préparé pour le Conseil des sciences du Canada, 1986.
23. Voir, par exemple, P.H. Pearse *et al.*, op. cit. (note 10); Gore and Storrie Ltd., *Review of Current Systems in NHRI and NWRI and Alternative Systems for Water Management Research*, document inédit préparé pour Environnement Canada, 1985; et J.P. Bruce et D.E.L. Maasland, *La recherche dans le domaine de l'eau au Canada*, Secrétariat des sciences, Bureau du Conseil privé, étude de documentation n° 5 (Ottawa, Imprimeur de la Reine, 1969).
24. B. Mitchell et E. McBean, « Water Resources Research in Canada : Issues and Opportunities », Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux, document de recherche 16, 1985.
25. C'est la conclusion tirée de sondages, mais l'augmentation de la moyenne d'âge des chercheurs et les inquiétudes

que soulève le manque de débouchés qui s'ouvrent aux jeunes chercheurs sont confirmées par les données de divers ministères fédéraux et ont été signalées dans plusieurs rapports; voir, par exemple, Gore and Storrie Ltd., op. cit. (note 23).

26. Voir J.P. Bruce, op. cit. (note 21).
27. Canada, Commission mixte internationale, *Accord* (Windsor, 1978).
28. M. Falkenmark et G. Lindh, « How Can We Cope with the Water Resources Situation by the Year 2015 », *Ambio*, 3, 3-4 (1974), 116- 117, 116.
29. La Commission mondiale pour l'environnement et le développement, op. cit. (note 1), 6-5.
30. Données fournies par le Secteur de l'eau, Agence canadienne de développement international.
31. L'excellence des recherches sur l'eau au Canada est confirmée par la réputation internationale des laboratoires du Canada et celle de ses chercheurs. Les groupes de recherche sur l'eau d'établissements fédéraux comme l'Institut national de recherche sur l'eau (Burlington) et l'Institut des eaux douces (Winnipeg), et d'universités comme McMaster, Waterloo, Toronto, Nouveau-Brunswick, Colombie-Britannique et l'Université du Québec à Sainte-Foy, ont une réputation de chefs de file mondiaux dans des domaines aussi divers que les technologies des eaux usées, l'écologie des eaux douces, l'hydrologie des eaux souterraines et les systèmes de gestion de l'eau. Certains Canadiens, dont un grand nombre ont des compétences particulières dans le domaine des sciences de l'eau et de la formulation de politiques sur l'eau, cherchent des solutions aux problèmes écologiques au sein d'organismes internationaux : J.P. Bruce (Organisation météorologique mondiale); L.M. Dickie (Organisation maritime internationale); J. MacNeill (Organisation de coopération et de développement économiques, et Nations Unies); et C.S. Holling (Institut international pour l'analyse des systèmes de haut niveau), pour ne citer que ces quatre exemples.
32. Zenon, op. cit. (note 9), 16, 43.
33. Zenon Environmental Inc., données de la société.
34. Voir Zenon, op. cit. (note 9); et J.P. Bruce, op. cit. (note 21).
35. Maurice Strong, « Managing our Planet's Future », *Policy Options* (juillet 1987), 3-10.
36. Voir, par exemple, P.H. Pearse *et al.*, op. cit. (note 10); D.F.W. Pollard et M.R. McKechnie, *Stratégie mondiale de la conservation-Canada : Rapport sur les réalisations dans le domaine de la conservation* (Ottawa, Environnement Canada, 1986); et Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement du Canada, op. cit. (note 2).
37. Ce point est fort bien présenté par G. Stewart, « Gaining Perspective on Environmental Issues: A Fresh Look at Familiar Problems », *Focus* 10, 1 (1985), 14-16.
38. Les ateliers ont eu lieu à Halifax, Montréal, Toronto, Regina, Vancouver et Yellowknife en octobre et novembre 1987.
39. Voir B. Mitchell et E. McBean, op. cit. (note 24), 34.
40. Voir, par exemple, Département d'État chargé des Sciences et de la Technologie, *Rapport du Groupe de travail sur les politiques et programmes fédéraux en matière de développement technologique* (Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1984); et Gore and Storrie Ltd., op. cit. (note 23).
41. Voir J.A. Cherry, S. Feenstra et R.V. Nicholson, *Groundwater in Canada*, rapport commandé par le Conseil des sciences du Canada, 1988, 40.
42. Voir ibid.
43. H.W. Finkler, « The Northern Scientific Training Program: A Program to Support University Development of Scientific Expertise in Canada's North », in *Education, Research, Information Systems in the North* (rédigé à partir du compte rendu des réunions de l'Association universitaire canadienne d'études nordiques, 17-19 avril 1986), W.P. Adams (éd.) (Ottawa, Association universitaire canadienne d'études nordiques, 1987), 66-72.
44. A.D. Crerar, « Follow Through on Brundtland », *Policy Options* 8, 7 (1987), 14-17.
45. Cowater International, Inc., *Water Sector Development Issues Paper*, document inédit préparé pour l'Agence canadienne de développement international, 1988, 4.7.
46. Pour un examen complet du potentiel des sciences de l'eau au Canada comme base de nouvelles industries, voir Zenon, op. cit. (note 9).

Faits sur l'eau : profil national

1. P.H. Pearse, F. Bertrand et J.W. MacLaren, *Vers un renouveau : Rapport définitif – Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux* (Ottawa, 1985), 159.
2. Canadian Encyclopedia (Edmonton, Hurtig, 1985), 966.
3. Environnement Canada, *Annuaire de l'eau du Canada, 1985* (Ottawa, 1986), 77.
4. P.H. Pearse *et al*, op. cit. (note 1), 47.
5. J.C. Day, « Canadian Interbasin Diversions », Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux, document de recherche 6 (Ottawa, 1985), 5.
6. P.H. Pearse *et al*, op. cit. (note 1), 63.
7. Organisation de coopération et de développement économiques, *Données OCDE sur l'environnement : Compendium 1987* (Paris, O.C.D.E., 1987), 53.

Les collectivités autochtones

1. B. Grover et D. Zussman, *Safeguarding Canadian Drinking Water*, Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux, document de recherche 4 (Ottawa, 1985), 8.
2. Ibid., 18.
3. Ibid.

Les eaux souterraines

1. J.A. Cherry, S. Feenstra et R.V. Nicholson, *Groundwater Activities and Research in Canada*, rapport commandé par le Conseil des sciences du Canada, 1988, 7.
2. Ibid., 201.
3. J.A. Cherry, « Groundwater Occurrence and Contamination in Canada », in *Canadian Aquatic Resources*, M.C. Healey et R.R. Wallace (éd.) (Ottawa, Pêches et Océans Canada, 1987), 387.
4. J.A. Cherry *et al.*, op. cit. (note 1), 67.
5. J.P. Hess, *Utilisation des eaux souterraines au Canada, 1981*, Bulletin 140 de la Direction générale des eaux intérieures (Ottawa, Environnement Canada, 1986), 11.
6. J.A. Cherry, op. cit. (note 3), 414.
7. Ibid., 388.
8. J.A. Vonhof, *Groundwater Issues: An Overview*, Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux, document de recherche 14 (Ottawa, 1985), 1.
9. J.A. Cherry, op. cit. (note 3), 393-4.

Les Grands Lacs : un écosystème perturbé

1. C.E. Cobb, « The Great Lakes: Troubled Waters », *National Geographic* 172 (juillet 1987), 4; et tiré de Statistique Canada, *Annuaire du Canada*, 1985.
2. Commission mixte internationale, Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs, *Rapport de 1987 sur la qualité de l'eau des Grands Lacs* (Windsor, 1987), 18.
3. Environnement Canada, *Rapport sur l'état de l'environnement au Canada* (Ottawa, 1986), 74.
4. Ibid., 64.
5. Ibid., 74.
6. Ibid.
7. Commission mixte internationale, op. cit. (note 2), 97.
8. Ibid., 102.

Faits sur l'eau : profils régionaux

1. *Canadian Encyclopedia* (Edmonton, Hurtig, 1985), 1921-1922.
2. Ibid., 1922.
3. Ibid., 1923.
4. Ibid., 1922.
5. Ibid.
6. D. Coon, « Water Pollution Goes Underground », *Probe Post*, 9 (printemps 1986), 7.
7. *Inventaire national des équipements en eau, Municipalités du Canada, 1986*, Environnement Canada (Ottawa, 1987), 14.
8. *The Globe and Mail*, 2 avril 1986, A5.
9. M. Gilbertson, « Effects of Chemicals on Fish and Wildlife Populations », document inédit (Ottawa, Environnement Canada, 1986).
10. D. Coon, op. cit. (note 6), 8.
11. Ibid., 7.
12. *Inventaire national des équipements en eau, Municipalités du Canada, 1986*, op. cit. (note 7), 14.
13. D. Coon, op. cit. (note 6), 7.
14. Canada, Chambre des communes, Comité permanent des pêches et des forêts, Sous-comité sur les pluies acides, *Les eaux sournoises : la tragique réalité des pluies acides* (Ottawa, 1981), 116.
15. *The Toronto Star*, 7 août 1987, A6.
16. P.H. Pearse, F. Bertrand et J.W. MacLaren, *Vers un renouveau : Rapport définitif – Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux* (Ottawa, 1985), 159.
17. C.S.L. Ommanney, « Canadian Glacier Studies 1960-1975: Retrospect and Prospect », Conseil national de recherches du Canada, Comité associé d'hydrologie, Symposium canadien d'hydrologie – 75, *Proceedings*, 1.
18. Atelier du Science Institute of the Northwest Territories et du Conseil des sciences du Canada sur la politique de l'eau, Yellowknife, novembre 1987.

Le milieu estuarien

1. R.H. Loucks, *River Runoff/Marine Environment Effects*, rapport inédit préparé pour le Conseil des sciences, 1987, 18.
2. Ibid.
3. Ibid., 19.
4. Ibid., 24.
5. D. Tolmazin, « Black Sea – Dead Sea? », *New Scientist* (décembre 1979), 768.
6. P.H. Pearse, F. Bertrand et J.W. MacLaren, *Vers un renouveau : Rapport définitif – Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux* (Ottawa, Environnement Canada, 1985), 30.

Les pluies acides : portée et coûts

1. S. Scanlan, « The Rising Toll », *Equinox*, 33 (mai/juin 1987), 106.
2. Canada, Chambre des communes, Comité permanent des pêches et des forêts, Sous-comité sur les pluies acides, *Les eaux sournoises : la tragique réalité des pluies acides* (Ottawa, 1981), 31, 120.
3. P. Gorrie, « Acid Rain Fighter », *Canadian Geographic*, 106 (octobre/novembre 1986), 14.
4. Scanlan, op. cit. (note 1), 106.
5. Ibid.
6. Ibid.
7. Canada, Chambre des communes, Comité permanent des pêches et des forêts, Sous-comité sur les pluies acides, op. cit. (note 2), 116.
8. Ibid.

L'eau et la santé dans le tiers monde

1. W.H. Chandler, *Improving World Health: A Least Cost Strategy* (Washington, D.C., Worldwatch Institute, 1984), 22.
2. Ibid.
3. Ibid., 20.
4. W.H. Chandler, op. cit. (note 1), 21.
5. Banque mondiale, Division de la politique et de la recherche, Service de l'eau et de l'aménagement urbain, *Water for Rural Communities: Helping People to Help Themselves* (Washington, D.C., 1987), 1 ; et World Resources Institute, *World Resources 1986* (Basic Books Inc., N.Y., 1986), 129.
6. J.M. Kalbermatten et M.G. McGarry, « Beyond the Decade », exposé présenté à la Consultation internationale sur l'eau potable et l'assainissement, Interlaken, Suisse, 13-16 octobre 1987, 4.
7. Banque mondiale, op. cit. (note 5), 1.
8. B. Grover, « Canadian Participation in the International Drinking Water Supply and Sanitation Decade », *Canadian Journal of Public Health*, 75 (janvier/février 1984), 76.

Les industries se rapportant à l'eau : leur potentiel est-il négligé ?

1. Zenon Environmental, Inc., *Review and Assessment of the Canadian Water Resources Industry*, rapport commandé par le Conseil des sciences du Canada, 1987, 38 ; et W. Glenn, « Jobs and the Environment: Some Preliminary Number Crunching », *Alternatives*, 14 (août/septembre 1987), 27.
2. Zenon, op. cit. (note 1), 38.
3. Ibid., 33.
4. Ibid. (note 1) ; et Glenn, op. cit. (note 1) 20.
5. Zenon, op. cit. (note 1).
6. Ibid., 32.
7. W. Glenn, op. cit. (note 1), 23.
8. Zenon, op. cit. (note 1), 35.

Les ouvrages de dérivation

1. P.H. Pearse, F. Bertrand et J.W. MacLaren, *Vers un renouveau : Rapport définitif – Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux* (Ottawa, Environnement Canada, 1985), 34.
2. J.D. Day, *Canadian Interbasin Diversions*, Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux, document de recherche 6 (Ottawa, 1985), 6.
3. Ibid., 44-64.
4. P.B. Williams, « Damming the World », *Not Man Apart*, 13, 8 (1983), 10.
5. R.O. Fournier, communication personnelle, 1988.

38 *Comité de l'étude sur les ressources en eau*

Membres du comité

Robert O. Fournier*
Président du comité
Vice-recteur adjoint à la recherche
Université Dalhousie

James M. Gilmour
Directeur de la recherche
Conseil des sciences du Canada

Andrew L. Hamilton**
Principal conseiller en environnement
Commission mixte internationale

Geraldine Kenney-Wallace
(membre d'office)
Présidente
Conseil des sciences du Canada

Bernard M. Leduc*
Vice-président, affaires médicales
Laboratoire Ayerst
Saint-Laurent (Québec)

Gerald S.H. Lock*
Professeur
Département du génie mécanique
Université de l'Alberta

Ian G. MacQuarrie*
Professeur
Département de biologie
Université de l'Île-du-Prince-Édouard

David R. Nancarrow**
Vice-président
Monenco Consultants Limited

Michel Slivitsky**
Directeur
INRS-Eau

William Smith
Conseiller scientifique
Conseil des sciences du Canada

Andrew Thompson**
Directeur
Westwater Research Centre

Vaira Vikis-Freibergs (membre d'office)
Vice-présidente
Conseil des sciences du Canada

Employés du Conseil rattachés au Comité

William Smith
Chef de projet

Agnes Pust
Attachée de recherche

Ancien membre du comité

Stuart L. Smith
Ancien président
Conseil des sciences du Canada

*Membre du Conseil
**Spécialiste indépendant

Membres du Conseil des sciences du Canada

Présidente
Geraldine A. Kenney-Wallace

Vice-présidente
Vaira Vikis-Freibergs
Professeure
Département de psychologie
Université de Montréal
Montréal (Québec)

Membres

Norman L. Arrison
Arrison Consultants
Red Deer (Alberta)

Morrel P. Bachynski
Président
MPB Technologies Inc.
Dorval (Québec)

Richard Bolton
Chef de service – Fusion-Tokamak
Institut de recherche
d'Hydro-Québec
Varennes (Québec)

Michael D.B. Burt
Professeur
Département de biologie
Université du Nouveau-Brunswick
Fredericton (Nouveau-Brunswick)

Douglas B. Craig
Enseignant et instructeur
École secondaire F.H. Collins et Collège du Yukon
Whitehorse (Yukon)

Simon J.S.W. Curry
Membre du personnel scientifique
Recherches Bell-Northern
Ottawa (Ontario)

James Cutt
Professeur
École d'administration publique
Université de Victoria
Victoria (Colombie-Britannique)

Richard M. Dillon
Directeur
Alafin Consultants Limited
Toronto (Ontario)

Gerry B. Dyer
Directeur de la recherche
Du Pont Canada Inc.
Kingston (Ontario)

Robert O. Fournier
Vice-recteur adjoint à la recherche
Université Dalhousie
Halifax (Nouvelle-Écosse)

J. Barry French
Professeur, Institute for Aerospace Studies
Université de Toronto
Downsview (Ontario)

Merritt A. Gibson
Professeur et chef de département
Département de biologie
Université Acadia
Wolfville (Nouvelle-Écosse)

J.C. (Clay) Gilson
Professeur, Département d'économie et de gestion agricoles
Université du Manitoba
Winnipeg (Manitoba)

Gordon Gow
Vice-président
New Business Development
Gandalf Technologies
Nepean (Ontario)

Robert G. Guidoin
Professeur titulaire
Laboratoire de chirurgie expérimentale
Pavillon de services
Université Laval
Québec (Québec)

Norman B. Keevil
Président du conseil
Teck Corporation
Vancouver (Colombie-Britannique)

Bernard M. Leduc
Vice-président, Affaires médicales
Laboratoire Ayerst
Saint-Laurent (Québec)

Gerald S.H. Lock
Professeur
Département de génie mécanique
Université de l'Alberta
Edmonton (Alberta)

Ian G. MacQuarrie
Professeur
Département de biologie
Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard)

Frank G. Marsh
Président
Collège communautaire
Garnish (Terre-Neuve)

Karim W. Nasser
Professeur
Département du génie civil
Université de la Saskatchewan
Saskatoon (Saskatchewan)

John Roth
Vice-président exécutif
Gestion de la gamme de produits
Northern Telecom Limitée
Mississauga (Ontario)

Charles R. Scriver
Professeur de biologie et de pédiatrie
Centre de génétique humaine –
Université McGill
Institut de recherche de l'Hôpital
de Montréal pour enfants -
Laboratoire de Belle de génétique
biochimique
Montréal (Québec)

Jennifer M. Sturgess
Directrice
Affaires scientifiques
Parke Davis Canada Inc.
Scarborough (Ontario)

Andrew Szonyi
Président
Zarex Management
Toronto (Ontario)

John M. Webster
Professeur
Département des sciences biologiques
Université Simon Fraser
Burnaby (Colombie-Britannique)

Hugh R. Wynne-Edwards
Vice-président, Recherche et
Développement
Chef des services scientifiques
Alcan International Ltée
Montréal (Québec)

Photos :
Page couverture et page 10 : Environnement Canada – Service canadien des parcs
Page 6 : Ministère d l'Industrie, des Sciences et de la Technologie
Page 14 : Environnement Canada – Direction générale des eaux intérieures
Page 16 : Image transmise par le Landsat – gracieuseté du Centre canadien de télédétection, Energie, Mines et Ressources Canada
Page 17 : Environnement Canada – Pluies acides
Pages 20 et 30 : L'Entraide universitaire mondiale du Canada
Page 23 : Communications Canada
Page 25 : Hydro-Québec
Page 28 : Université d'Ottawa